

**GEOLOGI DAN STUDI KESTABILAN LERENG DAERAH DLINGO
DAN SEKITARNYA KECAMATAN DLINGO KABUPATEN BANTUL
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

SKRIPSI



Oleh :

MUHAMMAD BUDIMAN

NIM. 111.070.170

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA
2011**

**GEOLOGI DAN STUDI KESTABILAN LERENG DAERAH DLINGO
DAN SEKITARNYA KECAMATAN DLINGO KABUPATEN BANTUL
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

SKRIPSI

Oleh :

MUHAMMAD BUDIMAN
111.070.170

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Geologi

Yogyakarta, September 2011

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti K. Msc
NIP : 19561219 198411 2 001

Ir. Joko Hartadi, MT
NIP : 19610127 198903 1 001

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**

Ir. H. Sugeng Rahardjo, MT
NIP. 19581208 199203 1 001

HALAMAN PERSEMBAHAN

KU PERSEMBAHKAN HASIL KARYAKU INI KEPADA :

Kedua Orang Tuaku,

Ayah Abdul Hamid

Ibu Yusnaniar

Yang tiada hentinya memberikan dorongan baik material maupun
spiritual

Saudara-saudaraku,

**(Sukma Ubaidillah, Evy Marini, Hayatun dan Muhammad Saddam
Al-Adzam)**

Yang senantiasa aku sayangi,

Wanita yang selalu dekat dihatiku

Yang seakan membisikkan semangat dan do'a, dalam setiap karyaku

Nur Anggraini, Tim Bayangan, Kel. Prabumulih Sumatera selatan

Yang tak pernah bosan memberikan saran dalam penyusunan karyaku

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum wr. wb.

Segala puji bagi Illahi Rabbi atas segala karunia-Nya dan haturan do'a dari kedua orang tuaku sehingga Tugas Akhir yang berjudul Geologi dan Studi Kestabilan lereng Daerah Dlingo dan sekitarnya Kecamatan Dlingo Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta ini dapat terselesaikan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Strata Satu (S-I) di Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti Kusumayudha Msc., selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan saran sehingga selesai skripsi ini.
2. Ir. Joko Hartadi M.T., selaku dosen pembimbing II, yang penuh kesabaran memberikan pengarahan, bimbingan dan saran sehingga selesai skripsi ini.
3. Staf Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta yang telah banyak membantu dalam urusan administrasi.
4. Staf Laboratorium Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta yang telah menyediakan fasilitas dalam kelancaran penyusunan tugas akhir ini.
5. Kedua Orang Tuaku dan semua kakak-kakakku dan adikku yang selama ini selalu memberikan dorongan moril maupun materil.

6. Rekan–rekan mahasiswa/mahasiswi Teknik Geologi “HMTG PANGEA”
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Wassalamualaikum wr. wb.

Yogyakarta, Oktober 2011

Penyusun

SARI

Lokasi penelitian terletak di Daerah Istimewa Yogyakarta, secara administrasi masuk Desa Jatimulyo, Desa Muntuk, dan Desa Temuwuh Kecamatan Dlingo, Kabupaten Bantul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta . Secara geografis terletak pada koordinat $7^{\circ} 54' 30''$ sampai $7^{\circ} 57' 00''$ Lintang Selatan dan $110^{\circ} 26' 30''$ sampai $110^{\circ} 28' 30''$ Bujur Timur berdasarkan Peta Rupa Bumi Digital Indonesia lembar Imogori, skala 1 : 25.000. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menyajikan data geologi, sifat fisik maupun mekanik tanah pada daerah penelitian, jenis gerakan tanah beserta nilai faktor keamanan lereng sehingga nantinya dapat memberikan saran atau kebijakan untuk penanggulangan ketidakstabilan lereng di daerah penelitian

Satuan bentuklahan yang terdapat di daerah telitian adalah Gawir (S1), Perbukitan Homoklin (S2), Perbukitan Karst (K1) dan Tubuh Sungai (F1). Pola pengaliran yang berkembang berupa pola Subparalel. Stadium daerah penelitian dewasa. Satuan batuan yang terdapat di daerah telitian dari tua ke muda adalah Satuan breksi vulkanik Nglanggran berumur Miosen Awal diendapkan pada lingkungan laut dalam, secara selaras terbentuk satuan batupasir Sambipitu berumur Miosen awal- Miosen Tengah (N8-N9) diendapkan pada lingkungan Neritik Luar dan Batihial Bawah kemudian secara tidak selaras terbentuk satuan batugamping Wonosari berumur Miosen Tengah (N11-N13) diendapkan pada lingkungan Nertitik Tepi- Bathial Atas

Struktur geologi yang terdapat di daerah telitian adalah kekar dengan arah tegasan utama terbesar $N335^{\circ} E$ dan tegasan utama terkecil $N275^{\circ} E$. Sesar di daerah penelitian didapatkan Left Normal Slip Fault (*Rickard*, 1942)

Dari hasil analisis faktor kestabilan lereng menggunakan *Slide* 5.0 sebagai acuan untuk penentuan nilai FK yang digunakan. Gerakan tanah *Debris Slide* pada LP 116 (FK = 0.976) dan LP 117 (FK = 0.903) , LP 118 (FK = 0.575) dan LP 119 (FK = 0.710). Faktor keamanan dengan kriteria labil (FK < 1.07) berada pada lereng LP 116, LP 117, LP 118, LP 119.

Zona kerentanan gerakan tanah pada daerah telitian terbagi dalam tiga zona kerentanan gerakan tanah: zona kerentanan gerakan tanah rendah, zona kerentanan gerakan tanah menengah dan zona kerentanan gerakan tanah tinggi.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
SARI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii

BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Maksud dan Tujuan.....	2
1.4 Lokasi Penelitian	2
1.5 Hasil penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
1.6.1 Manfaat Bagi Keilmuan	4
1.6.2 Manfaat Bagi Institusi	4
1.6.3 Manfaat Bagi Masyarakat.....	4
1.6.4 Bagi Pemerintah.....	5

BAB II METODOLOGI DAN DASAR TEORI.....	6
2.1 Metode Penelitian	6
2.2 Tahapan Penelitian.....	7
2.2.1 Tahap Pendahuluan.....	7
2.2.2 Tahap Pengumpulan Data.....	8
2.2.3 Tahap Analisis.....	8
2.2.4 Tahap Penyelesaian dan Penyajian.....	12

2.2.5 Alat-alat yang Digunakan.....	12
2.3 Dasar Teori	13
2.3.1 Klasifikasi Tanah.....	14
2.3.2 Kestabilan Lereng.....	15
2.3.2.1 Cara yang Dipakai Untuk Menambah Kestabilan Lereng.....	19
2.3.2.2 Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode <i>Fellinius</i>	20
2.3.2.2 Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan <i>Software Slide 5.0</i>	22
2.3.3 Gerakan Tanah.....	23
2.3.3.1 Klasifikasi Gerakan Tanah.....	24
BAB III GEOLOGI REGIONAL.....	27
3.1 Fisiografi Regional.....	27
3.2 Geomorfologi Regional.....	28
3.3 Stratigrafi Regional.....	28
3.3.1 Kelompok Batuan Pra-Tersier.....	28
3.3.2 Kelompok Wungkal	28
3.3.3 Formasi Kebo	29
3.3.4 Formasi Butak	29
3.3.5 Formasi Semilir	29
3.3.6 Formasi Nglanggran.....	29
3.3.7 Formasi Sambipitu	29
3.3.8 Formasi Oyo	30
3.3.9 Formasi Wonosari.....	30
3.3.10 Formasi Kepek.....	30
3.4 Struktur Geologi Regional.....	31
BAB IV KONDISI GEOLOGI DAN GEOLOGI TEKNIK DAERAH	
TELITIAN.....	33
4.1 Geomorfologi Daerah Penelitian.....	33
4.1.1 Kelerengan.....	33
4.1.2 Dasar Pembagian Geomorfologi.....	34
4.1.2.1 Bentuk Asal Struktural.....	35

4.1.2.1.1 Gawir (S1).....	35
4.1.2.1.2 Perbukitan Homoklin (S2).....	36
4.1.2.2 Bentuk Asal Karst.....	37
4.1.2.2.1 Perbukitan Karst (K1).....	37
4.1.2.3 Bentuk Asal Fluvial.....	38
4.1.2.3.1 Tubuh Sungai (F1).....	38
4.1.3 Pola Pengaliran.....	38
4.1.4 Stadium Geomorfologi.....	43
4.2 Stratigrafi Daerah Telitian.....	44
4.2.1 Satuan Batuan Breksi Vulkanik Nglangggran.....	44
4.2.1.1 Dasar Penamaan:.....	44
4.2.1.2 Penyebaran	44
4.2.1.3 Ciri Litologi.....	45
4.2.1.4 Penentuan Umur.....	45
4.2.1.5 Lingkungan dan Mekanisme Pengendapan.....	46
4.2.1.6 Hubungan Stratigrafi.....	46
4.2.2 Satuan Batuan Batupasir Sambipitu.....	47
4.2.2.1 Dasar Penamaan:.....	47
4.2.2.2 Penyebaran	48
4.2.2.3 Ciri Litologi.....	48
4.2.2.4 Penentuan Umur.....	49
4.2.2.5 Lingkungan dan Mekanisme Pengendapan.....	49
4.2.2.6 Hubungan Stratigrafi.....	49
4.2.3 Satuan Batugamping Wonosari.....	51
4.2.3.1 Dasar Penamaan:.....	51
4.2.3.2 Penyebaran	51
4.2.3.3 Ciri Litologi.....	51
4.2.3.4 Penentuan Umur.....	52
4.2.3.5 Lingkungan dan Mekanisme Pengendapan.....	52
4.3 Struktur Geologi Daerah Telitian.....	53
4.3.1 Struktur Kekar.....	53
4.3.2 Struktur Sesar.....	54

4.4 Sejarah Geologi Daerah Telitian.....	56
4.5 Kondisi Geologi Teknik Daerah Telitian.....	57
4.5.1 Sifat Fisik Tanah.....	57
4.5.1.1 Kadar Air.....	57
4.5.1.2 Berat Isi Tanah.....	59
4.5.1.3 Berat Isi Kering.....	60
4.5.2 Sifat Mekanik Tanah.....	61
4.5.2.1 Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>).....	61
4.6 Curah Hujan.....	63
4.7 Penggunaan Lahan.....	64
 BAB V ANALISIS KESTABILAN LERENG.....	 66
5.1 Analisis Lereng.....	66
5.1.1 Analisis Lereng LP 116.....	68
5.1.2 Analisis Lereng LP 117.....	69
5.1.3 Analisis Lereng LP 118.....	71
5.1.4 Analisis Lereng LP 119.....	72
5.2 Pengaruh Sifat Keteknikan Tanah Terhadap Gerakan Tanah.....	74
5.3 Pengaruh Penggunaan lahan Terhadap gerakanTanah.....	75
5.4 Pengaruh Curah Hujan Terhadap Gerakan Tanah.....	76
5.5 Pengaruh Geomorfologi Terhadap Gerakan Tanah.....	77
5.6 Pengaruh Geologi Struktur terhadap Gerakan Tanah.....	78
5.7 Pengaruh Litologi Terhadap Gerakan Tanah.....	79
5.8 Zona Kerentanan Gerakan Tanah.....	79
5.8.1 Zona Kerentanan Gerakan Tanah Rendah.....	79
5.8.2 Zona Kerentanan Gerakan Tanah Menengah.....	79
5.8.3 Zona Kerentanan Gerakn Tanah Timggi.....	80
5.9 Penanggulangan Gerakan Tanah Dengan Metode Geoteknik	80
5.9.1 Metode Keteknikan	81
5.9.1.1 Merubah Geometri Lereng.....	82
5.9.1.2 Mengendalikan <i>Drainase</i> dan Rembesan.....	82
5.9.1.3 Tembok Penahan (<i>Retaining Wall</i>).....	82

5.9.2 Metode Sosialisasi.....	83
BAB 6 KESIMPULAN	84
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN – LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Indeks Daerah Penelitian	3
Gambar 2.1 Bagan Alir Tahapan Penelitian.....	6
Gambar 2.2 Digram fase tanah (Hardiyatmo, 1992).....	14
Gambar 2.3 Sketsa gaya yang bekerja (t dan S) pada satu sayatan.....	21
Gambar 2.4 <i>Input</i> dimensi lereng menggunakan analisis faktor keamanan lereng dalam program <i>slide</i> 5.0.....	22
Gambar 2.5 <i>Input</i> volume tanah, kohesi, dan sudut geser dalam menggunakan analisis faktor keamanan lereng dalam program <i>slide</i> 5.0.....	22
Gambar 2.6 <i>Output</i> analisis faktor keamanan lereng dari program <i>slide</i> 5.0.....	23
Gambar 2.7 Jenis-Jenis Gerakan Tanah (Varnes, 1978).....	26
Gambar 3.1 Peta Fisiografi daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur (Van Bemmelen,1949).....	27
Gambar 4.1 Satuan Geomorfik Gawir (LP 29), arah kamera menghadap ke barat..	36
Gambar 4.2 Satuan Geomorfik Perbukitan Homoklin (LP 1) ,arah kamera meng- hadap ke barat daya.....	36
Gambar 4.3 Satuan Geomorfik Perbukitan Karst (LP 73), arah kamera mengha- dap ke barat laut.....	37
Gambar 4.4 Satuan Geomorfik Tubuh Sungai, (LP 99, arah kamera menghadap ke barat daya).....	38
Gambar 4.5 Pola pengaliran dasar Howard (1967).....	40
Gambar 4.6 Klasifikasi pola pengaliran ubahan oleh (A. D Howard, 1967).....	41
Gambar 4.7 Pola Pengaliran Subparalel di Daerah Penelitian.....	42
Gambar 4.8 Kenampakan morfologi lembah sungai berbentuk huruf “U”, di KaliUrang, lensa menghadap tenggara.....	43
Gambar 4.9 Kolom Stratigrafi Daerah Telitian Oleh Penulis.....	44
Gambar 4.10 Singkapan batuan breksi vulkanik di Desa Dlingo (LP45), arah kamera menghadap barat.....	46
Gambar 4.11 Singkapan batupasir tuff di Desa Seropan Satu (LP 4), arah kamera menghadap barat.....	47

Gambar 4.12 Kontak breksi Nglanggran dan batupasir Sambipitu di Desa Muntuk (LP 96), arah kamera menghadap barat.....	47
Gambar 4.13 Singkapan perselingan batupasir karbonatan dan batulempung karbonatan Sambipitu di sungai Urang (LP 86) arah kamera menghadap timur.....	50
Gambar 4.14 Singkapan perselingan batupasir dan batulempung Sambipitu di sungai Urang (LP 94) arah kamera menghadap timur.....	50
Gambar 4.15 Singkapan batupasir karbonatan Sambipitu, sisipan konglomerat di sungai Urang (LP90) arah kamera menghadap timur.....	50
Gambar 4.16 Kontak batupasir karbonatan Sambipitu dan batugamping Wonosari di sungai Urang (LP 85), arah kamera menghadap barat laut.....	51
Gambar 4.17 Singkapan batugamping terumbu Wonosari di Seropan Satu (LP 77) arah kamera menghadap utara.....	53
Gambar 4.18 Singkapan batugamping berlapis Wonosari di Nglampengan (LP 17) arah kamera menghadap barat.....	53
Gambar 4.19 Struktur kekar pada batupasir Sambipitu di sungai Urang (LP 94) arah kamera menghadap barat.....	54
Gambar 4.20 Struktur sesar pada batupasir tuffan Sambipitu di Desa Pancuran (LP 109) arah kamera menghadap tenggara.....	55
Gambar 4.21 Hasil Analisis Struktur Sesar.....	55
Gambar 5.1 Gambar 5.1 Jenis gerakan tanah <i>debris slide</i> yang diambil pada daerah Seropan Satu pada LP 116, arah kamera N 143 ⁰ E.....	68
Gambar 5.2 Analisis faktor keamanan lereng menggunakan <i>software Slide</i>	69
Gambar 5.3 Jenis gerakan tanah <i>debris slide</i> yang diambil pada daerah desa Seropan Satu pada LP 117, arah kamera N 253 ⁰ E.....	70
Gambar 5.4 Analisis faktor keamanan lereng menggunakan <i>software Slide</i>	70
Gambar 5.5 Jenis gerakan tanah <i>debris slide</i> yang diambil pada daerah desa Sangrahan Dua pada LP 118, arah kamera N 269 ⁰ E.....	71
Gambar 5.6 Analisis faktor keamanan lereng menggunakan <i>software Slide</i>	72
Gambar 5.7 Jenis gerakan tanah <i>debris slide</i> yang diambil pada daerah desa Muntuk pada LP 119, arah kamera N 015 ⁰ E.....	73
Gambar 5.8 Analisis faktor keamanan lereng menggunakan <i>software Slide</i>	73

Gambar 5.9 Pemasangan tembok penahan pada tebing pada jalan Seropan Satu, kamera menghadap barat laut.....	83
---	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.2 Tabel faktor keamanan ditinjau dari intensitas kelongsoran menurut (Bowles, 1991).....	18
Tabel 3.1 Tatanan Stratigrafi Pegunungan Selatan dari beberapa penulis.....	31
Tabel 4.1 Penggolongan satuan geomorfologi yang didasarkan pada keleren- gan dan beda tinggi (Van Zuidam & Concelado, 1979).....	33
Tabel 4.2 Klasifikasi bentang alam (Van Zuidam, 1983).....	35
Tabel 4.3 Klasifikasi bentang alam berdasarkan genesa dan sistem pewarnaan (Van Zuidam, 1983).....	35
Tabel 4.4 Data Pengukuran Kekar.....	54
Tabel 4.5 Contoh perhitungan analisis kadar air.....	58
Tabel 4.6 Hasil Analisa Kadar Air.....	58
Tabel 4.7 Hasil Analisa Berat Isi Tanah (γ).....	59
Tabel 4.8 Hasil Analisa Berat Isi Kering (γ_d).....	60
Tabel 4.9 Penunjukan Dial.....	61
Tabel 4.10 Hasil Analisa Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>).....	63
Tabel 4.11 Data curah hujan di Kecamatan Dlingo tahun 2009.....	64
Tabel 5.1 Sifat keteknikan tanah dan hasil uji geologi teknik.....	67
Tabel 5.2 Faktor Keamanan Lereng.....	74
Tabel 5.3 Penggunaan lahan dan frekuensi gerakan tanah.....	76
Tabel 5.4 Hubungan kendali geomorfologi terhadap gerakan tanah.....	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pertambahan penduduk yang cukup pesat sekarang ini menimbulkan semakin padatnya daerah pemukiman bahkan tidak jarang ditemukan pemukiman yang terletak di sekitar lereng yang curam. Hal ini terjadi karena sudah padatnya daerah-daerah pemukiman yang telah ada. Selain itu, karena sudah tidak dimungkinkannya lagi mengubah lahan pertanian atau hutan menjadi daerah pemukiman karena ini akan mengganggu keseimbangan ekosistem di alam.

Tidak semua lereng mempunyai kestabilan yang aman untuk dijadikan sebagai daerah pemukiman, sehingga diperlukan suatu informasi mengenai kestabilan lereng. Oleh karena itu adanya informasi tentang kestabilan lereng itu sangat penting untuk diketahui apakah daerah tersebut layak untuk dijadikan sebagai tempat pemukiman atau tidak, terutama di daerah-daerah yang mempunyai lereng curam. Hal ini dilakukan untuk mengurangi jatuhnya korban jiwa akibat tanah longsor.

Berlatar belakang hal tersebut di atas, maka penelitian tentang kestabilan lereng menjadi sangat penting untuk memberikan informasi mengenai daerah atau lokasi-lokasi yang berpotensi terjadinya gerakan tanah dengan kenampakan-kenampakan alam yang ada sehingga kita bisa melakukan berbagai macam cara pencegahan sebelum gerakan tanah menjadi bencana yang tidak kita harapkan.

1.2 Rumusan Masalah

Bencana gerakan tanah seringkali mengakibatkan korban jiwa, kerugian material, kehancuran lahan, infrastruktur dan berdampak pada laju pertumbuhan daerah menjadi terhambat. Oleh karena itu berikut adalah rumusan masalah dalam penelitian, yaitu:

1. Bagaimana kondisi geologi daerah telitian, yang meliputi geomorfologi, stratigrafi dan struktur geologinya?
2. Jenis gerakan tanah tanah apa saja yang terdapat di daerah penelitian ?

3. Bagaimana analisis kestabilan lereng yang ada di daerah penelitian berdasarkan data - data yang telah didapatkan ?
4. Faktor - faktor apa saja yang mempengaruhi kestabilan lereng berdasarkan analisa kestabilan lereng yang telah dilakukan ?
5. Bagaiman cara penanggulangan kestabilan lereng di daerah penelitian ?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan pengambilan data serta penelitian data yang ada di lapangan dan disajikan dalam sebuah laporan penelitian berdasarkan data - data geologi dan geologi teknik yang ada dalam penelitian. Memenuhi kurikulum yang ditentukan oleh Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta untuk mendapatkan gelar kesarjanaan Program Pendidikan Strata-1 (S1) dengan topik sesuai dengan teori yang didapatkan di bangku perkuliahan serta aplikasinya.

Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui dan menyajikan data geologi, sifat fisik maupun mekanik tanah pada daerah penelitian, jenis gerakan tanah beserta nilai faktor keamanan lereng sehingga nantinya dapat memberikan saran atau kebijakan untuk penanggulangan ketidakstabilan lereng di daerah penelitian

1.4 Lokasi Penelitian

Daerah penelitian secara administratif termasuk wilayah Kecamatan Dlingo Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Jogjakarta. Secara geografis terletak pada koordinat $7^{\circ} 54' 30''$ sampai $7^{\circ} 57' 00''$ Lintang Selatan dan $110^{\circ} 26' 30''$ sampai $110^{\circ} 28' 30''$ Bujur Timur. Daerah penelitian tercantum pada peta rupa bumi Imogiri dengan skala peta 1 : 25.000 dan memiliki luas kurang lebih 25 km². Lokasi daerah penelitian berjarak 12 km ke arah Selatan dari Jogjakarta.



Gambar 1.1. Peta Indeks Daerah Penelitian

1.5 Hasil penelitian

Hasil dari penelitian ini berupa jenis gerakan tanah dan kestabilan lereng dan rekomendasi yang memberikan informasi tentang daerah telitian, adapun beberapa peta tersebut adalah :

1. Peta lintasan daerah penelitian
2. Peta geologi daerah penelitian
3. Peta geomorfologi daerah penelitian
4. Peta kemiringan lereng daerah penelitian
5. Peta zona kerentanan tanah daerah penelitian

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan untuk memberikan data geologi dan data geologi teknik yang dapat digunakan dalam rencana pembangunan dan pengembangan wilayah. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi semua pihak

1.6.1 Manfaat Bagi Keilmuan

1. Memberikan gambaran secara umum bagaimana penerapan teori-teori mengenai kestabilan lereng dalam aplikasinya di lapangan.
2. Mengetahui hubungan kondisi geologi dan lahan wilayah dengan terjadinya gerakan tanah di wilayah.
3. Memperbanyak khasanah pengetahuan yang berkaitan dengan kestabilan lereng dalam hal hubungan teori dengan aplikasi di lapangan.

1.6.2 Manfaat Bagi Institusi

1. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi di Jurusan Teknik Geologi, Universitas Pembangunan Nasional “ Veteran” Yogyakarta.

1.6.3 Manfaat Bagi Masyarakat

1. Mengetahui tanda-tanda atau gejala awal akan terjadinya gerakan tanah, sehingga masyarakat dapat melakukan antisipasi secara dini.
2. Mengetahui lokasi rawan gerakan tanah yang berada di sekitar lingkungan masyarakat setempat.
3. Mengetahui tingkat kerentanan wilayahnya untuk terjadi gerakan tanah.
4. Mengetahui langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam pengendalian dan penanggulangan gerakan tanah.
5. Memberikan gambaran tentang faktor - faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng sehingga masyarakat bisa melakukan upaya penanggulangannya.

1.6.4 Bagi Pemerintah

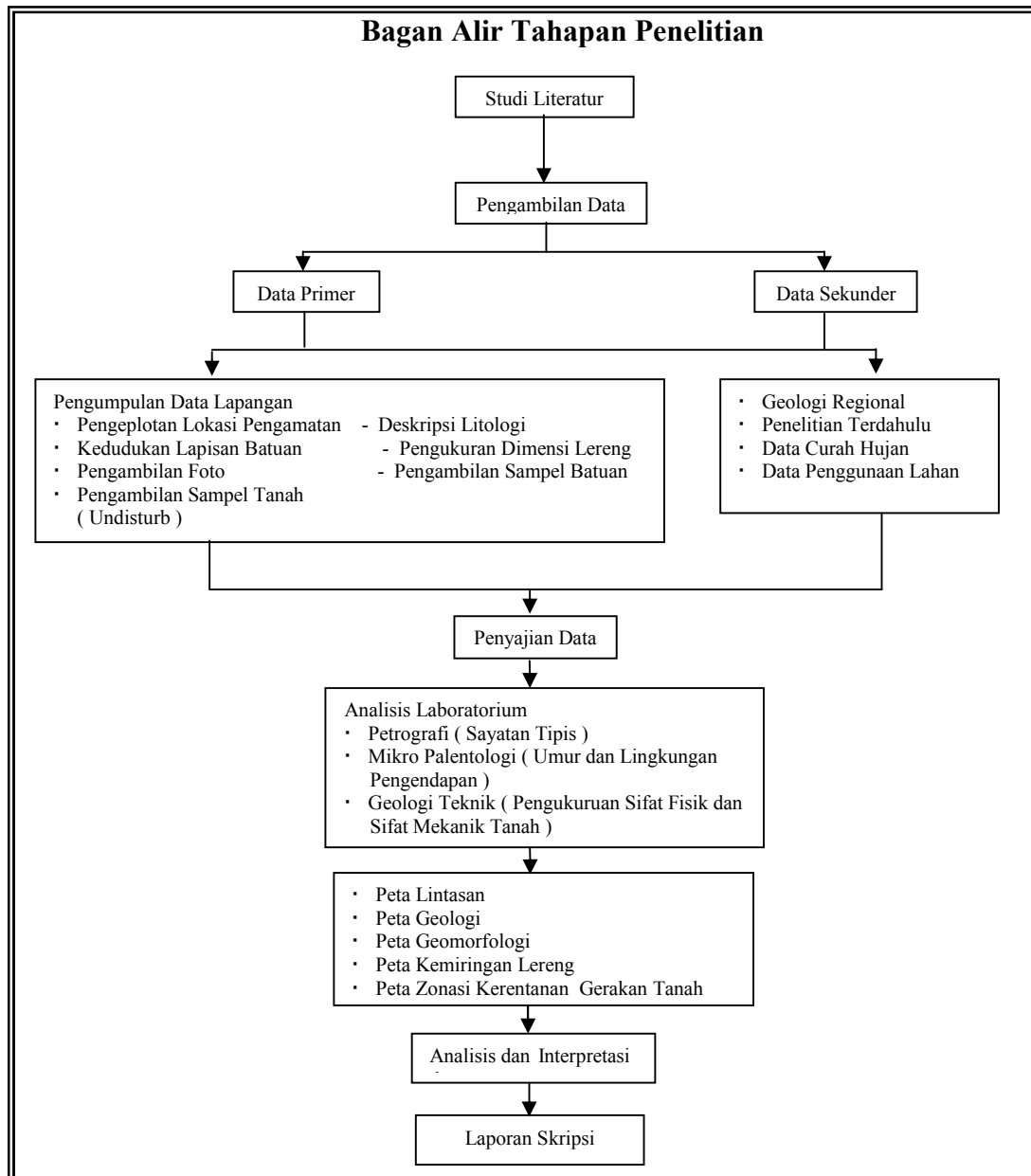
1. Sebagai bahan acuan membangun sistem informasi bencana gerakan tanah, yaitu sebagai pusat data dan informasi bagi masyarakat yang ingin mengembangkan pembangunan fisik yang berada di Dlingo.
2. Memberikan informasi apakah daerah penelitian rawan bencana longsor atau tidak sehingga bisa dilakukan upaya penanggulangan sejak dini
3. Memberikan acuan untuk perencanaan, kebijakan, penataan daerah yang akan dilakukan oleh pemerintah

BAB II

METODOLOGI DAN DASAR TEORI

2.1. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, metode yang dilakukan adalah pengamatan/pemetaan lapangan, analisis laboratorium dan analisis studio, sehingga dalam penelitian ini dapat dibagi menjadi beberapa tahapan-tahapan penelitian sebagai berikut (Gambar 2.1).



Gambar 2.1. Bagan Alir Tahapan Penelitian.

2.2. Tahapan Penelitian

Pada tahapan ini penulis menggunakan teori yang ada, serta menggabungkan antara data skunder dan data primer untuk dianalisis dengan menggunakan bantuan perangkat lunak seperti *Arc View 3.3*, *Arc Gis 9.3*, *Slide 5.0*, *Corel Draw X4* dan *Ms. Office 2007*, sehingga didapatkan pendekatan penyelesaian masalah. Tahapan penelitian dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu tahap pendahuluan, alat-alat yang digunakan, tahap pengumpulan data, tahap analisis dan tahap penyelesaian.

2.2.1. Tahap Pendahuluan

Tahap ini dilakukan sebelum keberangkatan ke lokasi penelitian berupa persiapan kelengkapan administrasi, studi pustaka, pemilihan judul dan diskusi dengan dosen pembimbing.

1. Penyusunan proposal laporan penelitian

Tahap ini dilakukan sebelum melakukan penelitian lapangan dan telah disetujui oleh dosen pembimbing dan STU Kolokium Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.

2. Studi Pustaka

Tahap ini merupakan tahapan awal dari pelaksanaan penelitian untuk mengetahui kondisi geologi dan geologi teknik daerah penelitian.

3. Observasi Lapangan

Dilakukan sebagai pengamatan terhadap kondisi sebenarnya di lapangan yang akan dijadikan bahan acuan dalam melaksanakan penelitian dan penulisan laporan. Tahap ini dilaksanakan dengan kegiatan pemetaan geologi, pengambilan data lapangan yaitu pengeplotan lokasi pengamatan, pengukuran kedudukan lapisan batuan, struktur geologi, deskripsi litologi dan pengambilan foto.

4. Perancangan Kerangka Kerja Penelitian

Meliputi penentuan judul yang disesuaikan terhadap lokasi penelitian serta membuat kerangka kerja penelitian dalam bentuk diagram alir penelitian, yang akan digunakan sebagai acuan langkah kerja untuk mencapai tujuan akhir penelitian.

2.2.2. Tahap Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil pemetaan yang dilakukan oleh peneliti, adapun data tersebut meliputi data primer dan data sekunder. Data primer ialah data yang diambil di lapangan seperti pengeplotan lokasi penelitian, pengukuran kedudukan batuan, struktur dan dimensi lereng, uji permeabilitas dan pengambilan contoh tanah (undisturb), batuan dan foto. Data sekunder ialah data yang didapatkan dari penelitian terdahulu seperti peta geologi regional daerah Yogyakarta skala 1:100000 (Wartono Rahardjo, Sukandarrumidi dan H.M.D Rosidi) 1997, curah hujan, peta penggunaan lahan dan peta tebal tanah.

2.2.3 Tahap Analisis

Tahap analisis data melewati beberapa tahapan untuk dapat mencapai tujuan penelitian , yaitu analisis data pemetaan geologi, petrografi, mikropalentologi dan geologi teknik.

1. Analisis data pemetaan geologi

Menentukan jenis penyebaran dan variasi batuan penyusun daerah penelitian. Hasil yang didapatkan adalah peta geologi.

2. Analisis petrografi

Hasil dari analisis di laboratorium dengan contoh sayatan tipis batuan didapatkan nama batuannya

3. Analisis mikropalentologi

Hasil dari analisis di laboratorium dengan contoh batuan yang dihaluskan didapatkan umur dan lingkungan pengendapan.

4. Analisis geologi teknik

Pengujian yang dilakukan di laboratorium bertujuan untuk mendapatkan sifat fisik dan sifat mekanik tanah yang diperlukan dalam penentuan daya dukung tanah dan kestabilan lereng. Pengujian ini dilakukan pada laboratorium mekanika tanah yang meliputi :

a) Sifat Fisik Tanah

Secara umum tanah terdiri dari tiga bagian, yaitu butiran tanah yang merupakan bahan utama, air, dan udara. Udara dan air berada pada ruangan antara butiran-butiran tanah tersebut, ruang antar butiran tanah disebut dengan pori tanah.

Apabila tanah benar-benar kering maka dalam pori tanah tidak mengandung air sedikitpun, tetapi keadaan semacam ini jarang ditemukan di lapangan.

➤ Berat Isi Tanah

Berat isi tanah/*unit weight or density* (γ) adalah perbandingan antara berat tanah seluruhnya dengan isi tanah seluruhnya (Wesley) 1977. Berat isi tanah tergantung pada berat masing-masing butiran tanah yang ada, jumlah total partikel yang ada dan jumlah air yang ada di dalam rongga. Berat isi tanah bisa dicari dengan menggunakan rumus berikut :

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

γ = Berat isi tanah (gr/cm³)

W = Berat tanah basah (gr)

V = Volume wadah (cm³)

➤ Berat Isi Kering

Berat isi kering/*dry density* (γ_d) adalah perbandingan antara berat butir dengan isi tanah seluruhnya. Berat isi kering bisa dicari dengan menggunakan rumus berikut :

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w}$$

Dengan :

γ_d = Berat isi kering (gr/cm³)

W = Kadar air

γ = Berat isi tanah (gr/cm³)

➤ Kadar Air

Kadar air/*water content* (w) adalah perbandingan antara berat air dengan berat butir tanah, (Wesley) 1977. Kadar air bisa dicari dengan menggunakan rumus :

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \%$$

Dengan :

w = Kadar air (%)

W_s = Berat tanah kering (gr)

W_w = Berat air (gr)

b) Sifat Mekanik Tanah

➤ Uji Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Uji geser langsung dimaksudkan untuk menentukan nilai kekuatan geser tanah dengan melakukan percobaan geser langsung dengan mengubah-ubah tegangan *axial* pada beberapa contoh sehingga diperoleh tegangan geser. Kecepatan perubahan contoh tanah pada arah horisontal disesuaikan dengan keadaan jenis tanahnya. Dengan ini diperoleh garis yang memberikan hubungan antara tegangan geser dengan tegangan normal. Oleh karena itu kekuatan tanah tergantung kepada gaya-gaya yang bekerja antara butirnya. Dengan demikian kekuatan geser tanah terdiri dari dua bagian :

1. Bagian yang bersifat kohesi yang tergantung kepada macam tanah dan kepadatan butirnya.
2. Bagian yang mempunyai sifat gesekan (*frictional*) yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser.

Adapun faktor- faktor yang mempengaruhi besarnya kuat geser tanah yang akan diuji dilaboratorium adalah sebagai berikut :

- Kandungan mineral dari butiran tanah
- Bentuk partikel
- Angka pori dan kadar air
- Sejarah tegangan yang pernah dialaminya
- Tegangan yang ada dilokasinya (didalam tanah)
- Perubahan tegangan selama pengambilan sampel dari dalam tanah
- Cara pengujian
- Kecepatan pegujian
- Tekanan pori yang ditimbulkan
- Kriteria yang diambil untuk penentuan kuat gesernya

Faktor yang mempengaruhi karakteristik mekanika tanah menurut (Perlof, 1976), adalah sebagai berikut :

a. Komposisi mineral

Setiap mineral mempunyai koefisien friksi yang berbeda - beda. Koefisien friksi ini mengontrol sifat - sifat mekanika tanah dan dapat berpengaruh terhadap gerakan tanah

b. Bentuk dan Ukuran Butir

Bentuk butir berpengaruh terhadap sifat mekanika tanah dan kekuatan tanah. Butiran runcing akan lebih mudah terpotong atau tidak resiten sehingga kekuatannya akan lebih kecil dibandingkan butiran yang bundar.

c. Hubungan antar butir

Batuan atau tanah yang mempunyai hubungan antar butir rapat akan mempunyai kekuatan atau sifat mekanik lebih kecil dari pada butiran yang mempunyai kemas terbuka dan lepas. Faktor yang mengontrol sifat mekanika tanah tidak hanya susunan geometri tetapi juga distribusi butiran.

d. Berat isi tanah dan Porositas

Berat isi tanah akan berpengaruh dalam memberikan terhadap gaya pengikat antar partikel.

e. Kandungan Air.

Bertambahnya kandungan air dalam jumlah yang cukup banyak dalam pori- pori tanah akan mengurangi kekuatan tanah.

f. Pelapukan

Pelapukan akan menurunkan kohesi tanah sehingga akan menurunkan kekuatan tanah tersebut. Hal ini terutama disebabkan oleh perubahan sifat fisik tanah.

2.2.4. Tahap Penyelesaian dan Penyajian

Data yang diperoleh akan dianalisis, diinterpretasi dan disajikan dalam bentuk peta dan laporan. Peta yang dihasilkan adalah peta lintasan dan lokasi pengamatan, geomorfologi, geologi, kelerenggan, penggunaan lahan, tebal tanah dan zona kerentanan gerakan tanah.

2.2.5. Alat-alat yang digunakan

1. Peralatan Lapangan

- | | |
|--|-------------------------|
| - Peta topografi skala 1 : 25.000 | - Tali ukur |
| - <i>GPS (Global Positioning System)</i> | - Alat tulis |
| - Palu geologi | - Kantong sampel |
| - Kompas geologi | - Larutan <i>HCl</i> |
| - Lup | - Buku catatan lapangan |
| - Komparator besar butir | - Kamera |
| - Pipa <i>PVC</i> | |

2. Komputer

Software yang digunakan adalah *Arc View 3.3*, *Arc Gis 9.3*, *Slide 5.0*, *Corel Draw X4* dan *Ms. Office 2007*

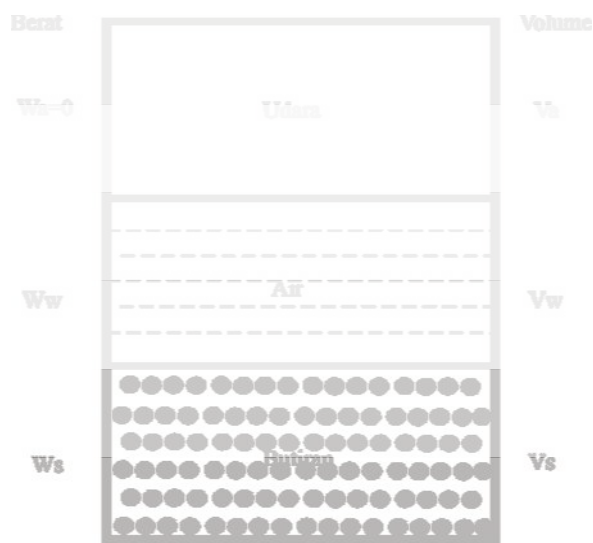
2.3. Dasar Teori

Dalam pandangan ilmu geologi, tanah adalah material hasil pelapukan dari batuan asal yang belum mengalami transportasi (*residual soil*) atau sudah mengalami transportasi (*transported soil*). Istilah tanah dalam bidang mekanika tanah dimaksudkan untuk mencakup semua bahan dari tanah lempung (*clay*) sampai berangkal (batuan-batuan yang besar) (Wesley, 1977). Tanah terbentuk karena adanya proses pelapukan batuan dan proses- proses geologi lainnya yang terjadi di permukaan bumi.

Pembentukan tanah dari proses pelapukan batuan itu sendiri dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik mengubah batuan menjadi partikel-partikel lebih kecil yang terjadi akibat adanya pengaruh iklim, erosi, angin, es, manusia dan akibat adanya perubahan suhu atau cuaca. Proses pembentukan tanah secara kimia adalah proses hancurnya batuan karena perubahan kimia dari mineral-mineralnya yang dapat terjadi karena pengaruh oksigen, karbondioksida, air terutama yang mengandung asam dan alkali serta proses kimia lainnya misalnya dikarenakan kegiatan organisme.

Semua macam tanah ini secara umum terdiri dari tiga bahan yaitu butiran tanah itu sendiri serta air dan udara yang terkandung dalam ruangan antara butir-butir tersebut. Apabila tanah sudah benar-benar kering maka tidak akan ada air sama sekali dalam porinya. Keadaan ini sangat jarang ditemukan pada tanah yang masih keadaan asli di lapangan, ini dapat dihilangkan dari tanah apabila dilakukan pemanasan di dalam oven.

Tanah yang kering terdiri dari dua bagian yaitu butir tanah dan pori- pori udara. Tanah yang basah terdiri dari tiga bagian yaitu bagian padat, udara dan air pori. Bagian-bagian tanah tersebut dapat digambarkan dalam bentuk diagram fase sebagai berikut :



Gambar 2.2 Digram fase tanah (Hardiyatmo, 1992)

2.3.1 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah cara membagi jenis tanah sesuai dengan karakteristik yang dimiliki oleh tanah tersebut. Klasifikasi tanah didasarkan pada sifat-sifat tanah, karakteristik tanah, dan dimensi tanah. Untuk Mengklasifikasikan tanah harus dilakukan pengamatan, pengujian dengan membandingkan sifat-sifat tanah.

Menurut (Hardiyatmo, 1994), umumnya penentuan sifat-sifat tanah banyak dijumpai dalam masalah teknis yang berhubungan dengan tanah. Hasil dari penyelidikan sifat- sifat ini kemudian dapat digunakan untuk mengevaluasi masalah-masalah tertentu seperti :

- Penentuan kecepatan air yang mengalir lewat benda uji, guna menghitung koefisien permeabilitasnya.
- Untuk mengetahui stabilitas tanah yang miring, dengan meggunakan kuat geser tanahnya.

Dalam banyak masalah teknis (semacam perencanaan perkerasan jalan, dan bendungan), pemilihan tanah-tanah ke dalam kelompok ataupun subkelompok yang menunjukkan sifat atau kelakuan yang sama akan sangat membantu. Kebanyakan klasifikasi tanah menggunakan indeks tipe pengujian yang sangat sederhana untuk memperoleh karakteristik tanahnya. Karakteristik tersebut didasarkan pada ukuran partikel yang diperoleh dari analisa saringan dan plastistas.

Pada saat sekarang sistem klasifikasi yang banyak digunakan adalah sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*), Klasifikasi USCS ini menggunakan sifat - sifat tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indeks plastisitasnya. Sistem klasifikasi ini pertama kali dikemukakan oleh (*Casagrande*, 1942), yang kemudian direvisi oleh kelompok teknisi dari USDR dalam sejumlah kelompok dan subkelompok

2.3.2. Kestabilan lereng

Lereng adalah bagian dari permukaan bumi yang berbentuk miring sedangkan kestabilan / kemantapan lereng adalah suatu kondisi atau keadaan yang mantap atau stabil terhadap suatu bentuk dan dimensi lereng (*Sumantha*, 2002). Analisa kestabilan lereng bertujuan untuk menentukan faktor keamanan dari bidang longsor yang berpotensi (Hardiyatmo, 1994).

Dalam bidang teknik sipil ada 3 macam lereng yang perlu kita perhatikan yaitu :

1. Lereng alam yaitu lereng yang terbentuk karena proses-proses alam, misalnya lereng suatu bukit.
2. Lereng yang dibuat dalam tanah asli, misalnya bilamana tanah dipotong untuk pembuatan jalan atau saluran air untuk keperluan irigasi.
3. Lereng yang dibuat dari tanah yang dipadatkan, misalnya tanggul untuk jalan atau bendungan tanah.

Pada setiap lereng ini kemungkinan terjadinya gerakan tanah selalu ada dan apabila perlu harus dilakukan pemeriksaan atau penelitian terhadap lereng tersebut untuk mengetahui apakah mempunyai potensi gerakan tanah atau tidak. Kestabilan lereng baik lereng alam maupun lereng buatan sangat penting untuk diketahui karena gerakan tanah atau runtuhnya lereng-lereng tersebut akan menimbulkan bencana bagi manusia. Oleh karena itu maka perlu dilakukan suatu analisa tentang kestabilan lereng.

Adapun maksud analisis kestabilan lereng adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial. Dalam analisis kestabilan lereng beberapa anggapan telah dibuat, yaitu :

1. Kelongsoran lereng terjadi disepanjang permukaan bidang longsor tertentu dan dapat dianggap sebagai masalah bidang 2 dimensi.
2. Massa tanah yang longsor dianggap berupa benda yang masif.
3. Tahanan geser dari massa tanah pada setiap titik sepanjang bidang longsor tidak tergantung dari orientasi permukaan longsor, atau dengan kata lain kuat geser tanah dianggap isotropis.
4. Faktor aman didefinisikan dengan memperhatikan tegangan geser rata-rata sepanjang bidang longsor yang potensial dan kuat geser tanah rata-rata sepanjang permukaan longsor.

Tujuan utama dalam analisa kestabilan lereng adalah untuk memberikan suatu tinjauan dan perencanaan lereng yang aman dan ekonomis. Metode analisa untuk kestabilan lereng tidak dapat dilepaskan dari pengetahuan mengenai mekanisme dari keruntuhan lereng, jenis material dan asal usulnya, topografi dan kondisi geologi setempat.

Analisis kestabilan lereng ini sering dijumpai pada perancangan-perancangan bangunan seperti jalan raya, rel kereta api, tempat pemukiman penduduk, bandara, saluran air dan bendungan. Analisis kestabilan lereng ini dilakukan untuk mengecek keamanan dari lereng alam, lereng galian. Dalam melakukan analisis ini tidak mudah karena terdapat banyak faktor yang sangat mempengaruhi hasil hitungannya. Faktor-faktor tersebut antara lain kondisi tanah yang berlapis-lapis, kuat geser tanah yang anisotropis dan aliran rembesan air dalam tanah.

Pemahaman kondisi geologi lokal memberikan unsur yang sangat penting untuk memecahkan masalah lereng karena evaluasi kestabilan lereng membutuhkan pendekatan dan pengetahuan mengenai geologi teknik, mekanika tanah dan mekanika batuan. Beberapa aspek geologi yang perlu untuk diketahui antara lain : struktur geologi seperti kekar dan sesar yang berkembang di daerah penelitian, kegempaan, pelapukan, air tanah dan aktivitas gerakan tanah yang terdahulu.

Metode analisis kestabilan lereng ini diantaranya digunakan untuk :

- Memberikan tinjauan kestabilan lereng dari berbagai jenis lereng yang terjadi di alam maupun buatan manusia
- Untuk memberikan evaluasi terhadap potensi gerakan tanah dari lereng yang ada
- Untuk menganalisa gerakan tanah yang telah terjadi
- Untuk memberikan kemungkinan re- design dari lereng yang baru
- Untuk mengkaji pengaruh dari beban yang tak terduga seperti gempa dan beban lalu lintas.

Faktor aman didefinisikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan.

$$FK = \frac{\Sigma \text{Gaya Penahan}}{\Sigma \text{Gaya Penggerak}}$$

a. Faktor pembentuk gaya penahan

Gaya penahan umumnya selain dipengaruhi oleh geometri atau ukuran lereng juga dipengaruhi oleh faktor - faktor yang membentuk gaya - gaya penahan yang lain, faktor- faktor tersebut adalah sebagai berikut :

1. Jenis Batuan

Batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf umumnya memberikan kestabilan yang baik, terutama apabila batuan tersebut tersebar luas.

2. Kekuatan batuan

Batuan utuh yang mempunyai kuat tekan tinggi dan mempunyai sudut geser dalam tinggi merupakan batuan yang sangat stabil terhadap gerakan tanah.

b. Faktor pembentuk gaya penggerak

Gaya penggerak umumnya dipengaruhi oleh gravitasi sedangkan berat dari bagian lereng yang bersangkutan dipengaruhi oleh faktor- faktor antara lain :

1. Berat Isi

Batuan dengan berat isi yang besar akan memberikan beban atau gaya yang lebih besar pada lereng

2. Kandungan air tanah

Keberadaan air pada lereng yang bersangkutan akan memberikan tambahan beban yang besar pada lereng.

3. Sudut Lereng

Sudut lereng yang besar akan memberikan volume material atau batuan yang besar. Dimana material atau batuan tersebut memberikan beban yang lebih besar juga.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dan studi yang tentang kestabilan lereng, maka dibagi 3 kelompok rentang faktor keamanan (FK) ditinjau dari intensitas kelongsorannya (Tabel 2.1) menurut (Bowles,1991), yaitu:

Tabel 2.1 Tabel faktor keamanan ditinjau dari intensitas kelongsoran

Nilai Faktor Keamanan (FK)	Kejadian / Intensitas Longsor
$FK < 1,07$	Longsoran terjadi biasa/sering (kelas labil)
FK antara 1,07 – 1,25	Longsoran pernah terjadi (kelas kritis)
$FK > 1,25$	Longsoran jarang terjadi (kelas stabil)

Lereng yang stabil memiliki harga FK yang tinggi dan lereng yang tidak stabil memiliki harga FK yang rendah. Faktor keamanan lereng tersebut harganya tergantung pada besaran ketahanan geser dan tegangan geser, dimana keduanya bekerja saling berlawanan arah disepanjang bidang gelincir. Bidang gelincir tersebut terletak pada zona terlemah didalam tubuh lereng. Jika harga $FK = 1,07$ maka longsor akan berhenti jika ketahanan geser batuan penyusun mampu menopang geometri lereng yang baru (yang lebih landai) dan FKnya menjadi lebih tinggi.

2.3.2.1. Cara yang Dipakai Untuk Menambah Kestabilan Lereng

Menurut (Wesley, 1977), pada prinsipnya cara yang dipakai untuk menjadikan lereng supaya lebih stabil dapat dibagi dalam dua golongan, yaitu :

1. Memperkecil gaya penggerak

Gaya penggerak dapat diperkecil hanya dengan mengubah bentuk lereng yang bersangkutan. Untuk itu ada dua cara yaitu :

- Membuat lereng menjadi lebih datar yaitu dengan cara mengurangi sudut kemiringan lereng.
- Memperkecil ketinggian lereng

Umumnya kedua cara tersebut hanya dapat dipakai pada lereng yang mempunyai ketinggian terbatas, yaitu mempunyai jenis gerakan tanah *rotational slide*. Cara ini tentu kurang cocok apabila digunakan untuk lereng yang tinggi, dimana gerakan tanahnya bersifat *translational slide*.

2. Memperbesar gaya melawan

Gaya melawan dapat ditambah dengan beberapa cara dan cara yang paling sering dipakai adalah sebagai berikut :

- Dengan memakai *counterweight*, yaitu tanah timbunan pada kaki lereng. Hal ini dilakukan agar gaya melawan lebih besar dibandingkan dengan gaya penggerak sehingga faktor keamanan menjadi lebih besar.
- Dengan mengurangi tegangan air pori di dalam lereng.

Dengan cara membuat selokan secara teratur (*drainage*) pada lereng yang dibuat pada arah memanjang lereng sehingga bisa mengurangi tegangan air pori pada tanah. Dengan demikian kekuatan geser tanah akan naik dan gaya melawan juga akan ikut naik.

- Dengan cara mekanis, yaitu dengan memasang tiang atau membuat dinding penahan. Dengan membuat dinding penahan atau memasang tiang hanya dipakai pada lereng yang mempunyai potensi gerakan tanah agak kecil. Umumnya pada lereng yang tinggi, tekanan dari tanah yang mengalami gerakan tanah sangat besar sekali dibandingkan dengan gaya yang dapat ditahan oleh dinding atau tiang sehingga dinding atau tiang tersebut tidak

akan berpengaruh. Tiang atau dinding tersebut hanya akan berguna apabila diletakkan pada sesuatu yang keras, misalnya lapisan batuan dibawah tanah yang mengalami gerakan tanah. Dinding atau tiang tersebut dipasang pada tanah yang masih dapat bergerak tentu tidak akan berpengaruh.

- Dengan cara injeksi.

Kadang-kadang lereng dapat dijadikan lebih stabil dengan memakai cara injeksi, yaitu dengan menggunakan bahan kimia atau semen yang dipompa melalui pipa supaya masuk kedalam lereng yang bersangkutan. Cara ini hanya dapat dipakai apabila lereng tersebut terdiri dari tanah dengan daya rembesan yang tinggi (*permeable*). Bahan injeksi tersebut tidak dapat dimasukkan kedalam lereng yang terdiri dari lempung atau lanau karena daya rembesannya terlalu terlampau kecil. Oleh karena hal itu maka cara ini sangat terbatas penggunaannya.

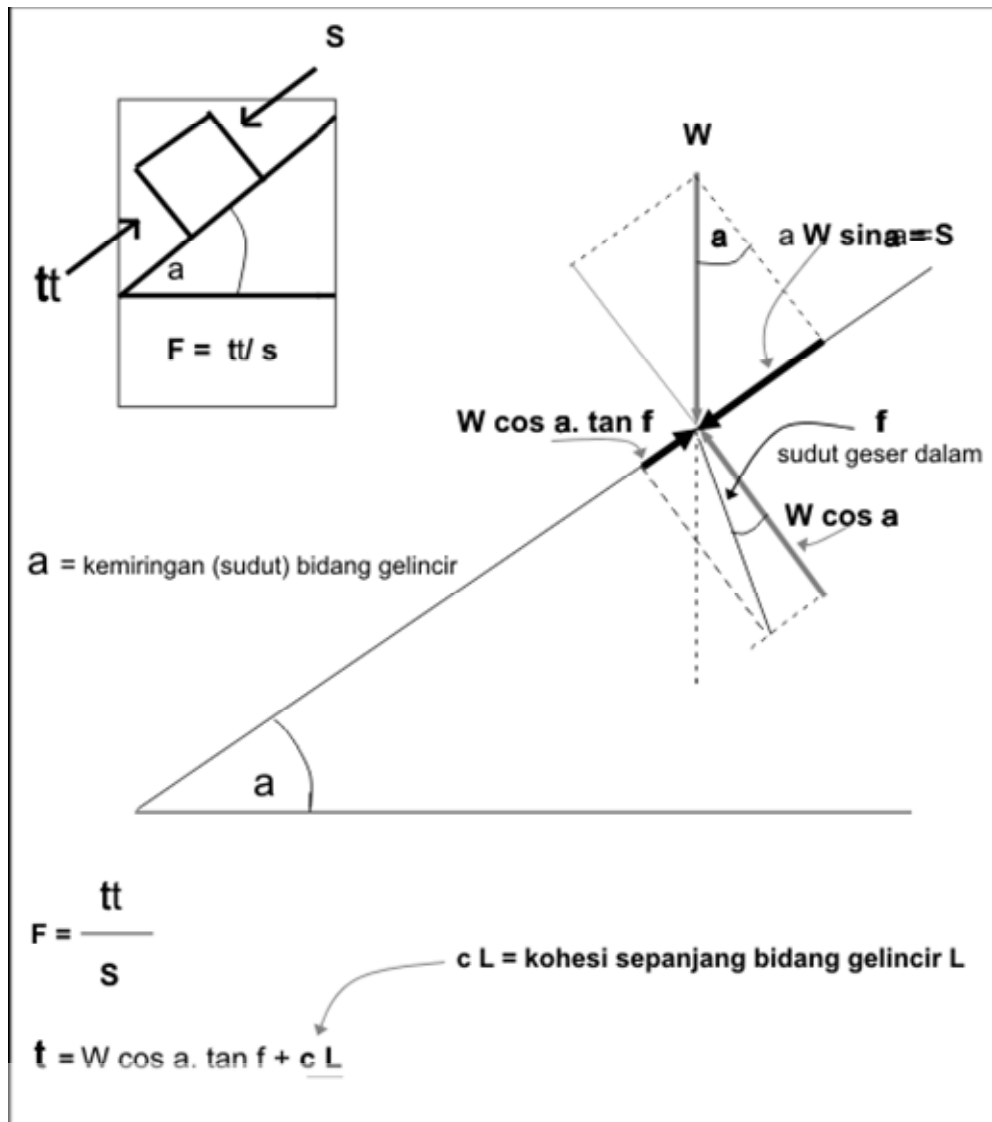
2.3.2.2. Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode *Fellenius*

Faktor Keamanan (F) lereng tanah dapat dihitung dengan berbagai metode. Longsoran dengan bidang gelincir (*slip surface*), F dapat dihitung dengan metoda sayatan (*slice method*) menurut *Fellenius* atau *Bishop*. Untuk suatu lereng dengan penampang yang sama, cara *Fellenius* dapat dibandingkan nilai faktor keamanannya dengan cara *Bishop*. Dalam mengantisipasi lereng longsor, sebaiknya nilai F yang diambil adalah nilai F yang terkecil, dengan demikian antisipasi akan diupayakan maksimal. Data yang diperlukan dalam suatu perhitungan sederhana untuk mencari nilai F (faktor keamanan lereng) adalah sebagai berikut :

a. Data lereng (terutama diperlukan untuk membuat penampang lereng) meliputi: sudut lereng, tinggi lereng, atau panjang lereng dari kaki lereng ke puncak lereng.

b. Data mekanika tanah

- sudut geser dalam (ϕ ; derajat)
- bobot satuan isi tanah basah (γ_{wet} ; g/cm³ atau kN/m³ atau ton/m³)
- kohesi (c ; kg/cm² atau kN/m² atau ton/m²)
- kadar air tanah (w ; %)



$$t = cL + \{(W+V) \cos a - m\} \tan f$$

$$a = (W+V) \sin a$$

$$F = S \cdot t / s \quad (\text{sepanjang bidang gelincir})$$

Keterangan :

F = nilai Kahanan lereng (tak beraturan)

L = panjang segmen bidang gelincir (meter)

t = gaya ketahanan geser / tahanan geser sepanjang L (ton/m²)

s = gaya dorong geser (ton/m²)

c = kohesi massa lereng (Ton/m²)

f = sudut geser dalam massa lereng (derajat)

W = Berat massa di atas segmen L (Ton)

a = sudut yang dibentuk oleh bidang gelincir dengan bidang horizontal (derajat)

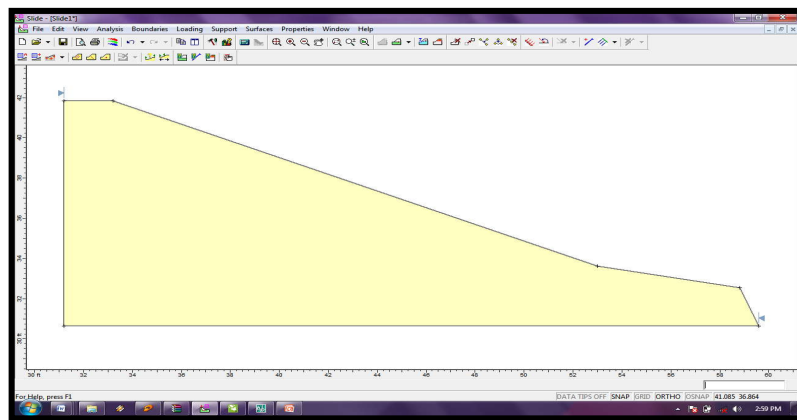
Gambar 2.3. Sketsa gaya yang bekerja (t dan S) pada satu sayatan

2.3.2.2. Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan *Software Slide*

Analisis faktor keamanan lereng dilakukan dengan menggunakan program *slide* 5.0 dengan menggunakan metode *Fellenius*. Data-data yang dimasukkan diantaranya: Berat isi tanah, kohesi, dan sudut geser dalam serta geometri lereng seperti tinggi, dan lebar lereng.

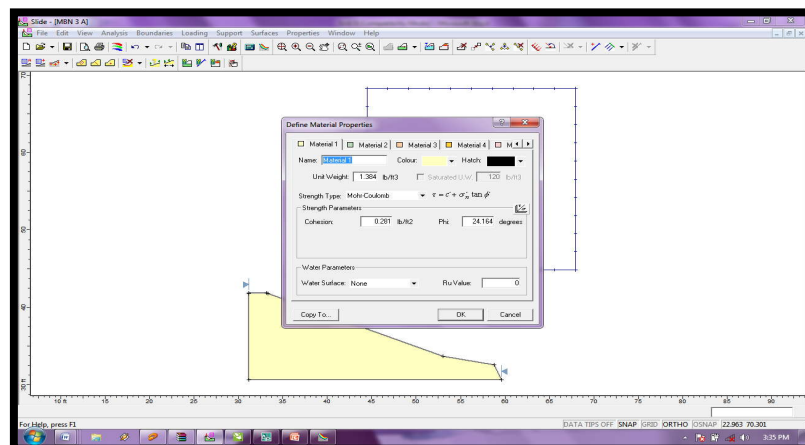
Dalam program ini nilai yang dimasukkan (*input*) adalah sebagai berikut:

- Dimensi lereng elevasi lereng, panjang lereng, sudut lereng dalam sumbu x dan y (Gambar 2.4).



Gambar 2.4. *Input* dimensi lereng menggunakan program *slide* 5.0

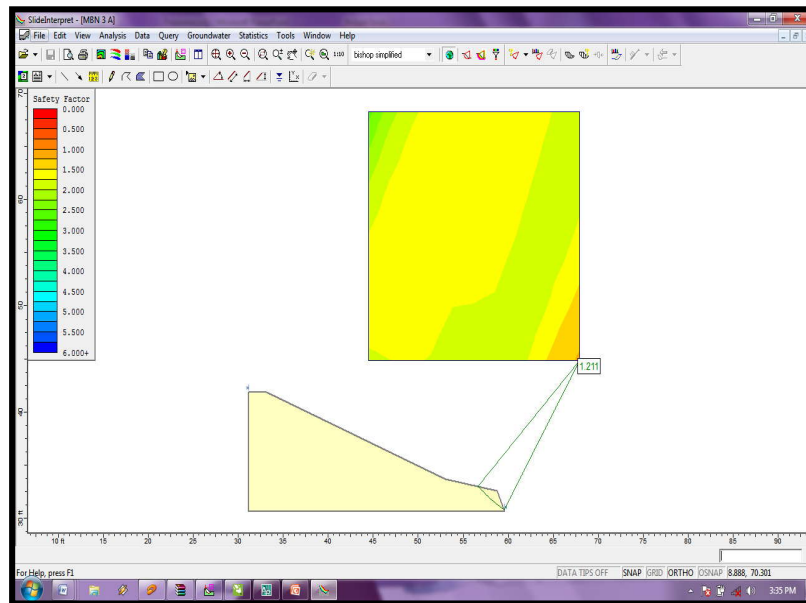
- Nilai berat volume tanah, kohesi dari tanah, sudut geser dalam dari tanah penyusun lereng (Gambar 2.5).



Gambar 2.5. *Input* volume tanah, kohesi, dan sudut geser dalam menggunakan analisis faktor keamanan lereng dalam program *slide* 5.0

Program *slide* 5.0 menghasilkan nilai faktor keamanan minimum dari suatu lereng, *output* program *slide* ini adalah sebagai berikut (Gambar 2.6):

1. Nilai tingkat faktor keamanan minimum.
2. Estimasi bidang gelincir yang mungkin terjadi.
3. Nilai faktor keamanan pada setiap bidang gelincirnya.



Gambar 2.6. *Output* analisis faktor keamanan lereng dari program *slide* 5.0

2.3.3 Gerakan Tanah

Gerakan tanah menurut Varnes (1978), ialah Perpindahan masa tanah, batuan, atau regolith pada arah tegak, mendatar, atau miring dari kedudukan semula. Secara umum terjadinya longsor pada suatu lereng diakibatkan oleh ketidak seimbangan antara beban dan tahanan kuat geser dari material penyusun lereng tersebut. Tanah longsor merupakan proses alamiah biasa, akan tetapi dengan masuknya unsur manusia dengan segala aktivitasnya maka nilainya dapat berubah menjadi bencana.

Pada gerakan tanah bertindak sebagai energi dalam menggerakkan tumpukan tanah/material akibat pelapukan. Beberapa pendapat mengenai faktor penyebab gerakan tanah seringkali hanya berlaku untuk suatu daerah tertentu saja dan tidak dijumpai didaerah lain membedakan faktor penyebab yang datang dari luar dan yang datang dari dalam yang berhubungan dengan sifat fisik tanah/batuan. Disamping

penyebab tersebut di pengaruhi juga oleh pembebanan yang berlebih, getaran dan goncangan, perubahan muka air tanah dan tumbuhan penutup pada lereng tersebut.

2.3.3.1. Klasifikasi Gerakan Tanah

Klasifikasi para peneliti pada umumnya berdasarkan kepada jenis gerakan dan materialnya. Klasifikasi yang mengacu kepada *Varnes* (1978), seperti dibawah ini (Gambar 2.3) berdasarkan kepada material yang nampak, kecepatan perpindahan material yang bergerak, susunan massa yang berpindah dan jenis material dan gerakannya.

Di dalam membahas gerakan tanah di daerah telitian, dipergunakan klasifikasi gerakan tanah yang dibuat oleh *Varnes* (1978). Menurut klasifikasi tersebut di atas, secara umum gerakan tanah dapat dikelompokan berdasarkan macam gerakan seperti : *Fall* (jatuhan), *Slide* (longsoran), *Flow* (aliran), serta *Creep* (rayapan). Sedangkan berdasarkan material yang bergerak dapat dibedakan antara : *Rock* (batuan), *Debris* (bahan rombakan), dan *Earth* (tanah). Jenis gerakan massa yang umum terjadi di alam dilihat dari tipe dan jenis materialnya antara lain yaitu:

a. Runtuhan (*Falls*)

Runtuhan merupakan longsoran disebabkan keruntuhan tarik yang diikuti dengan tipe gerakan jatuh bebas akibat gravitasi. Pada tipe runtuhan ini massa tanah atau batuan lepas dari suatu lereng atau tebing curam dengan sedikit atau tanpa terjadi pergeseran (tanpa bidang longsor) kemudian meluncur sebagian besar di udara seperti jatuh bebas, loncat atau menggelundung. Runtuh batuan adalah runtuhan bahan rombakan (*debris*) yang terdiri dari fragmen-fragmen lepas sebelum runtuh. Runtuhan tanah dapat terjadi bila material yang ada di bawah lebih lemah (karena tererosi, penggalian) daripada lapisan di atasnya. Runtuhan batuan dapat terjadi karena adanya perbedaan pelapukan, tekanan *hidrostatik* karena masuknya air kedalam rekahan serta karena perlemahan akibat struktur geologi (kekar, sesar, perlapisan).

b. Gelinciran (*Slides*)

Gelinciran adalah gerakan yang terjadi dari regangan geser dan perpindahan sepanjang bidang longsor (gelincir) dimana massa berpindah menggelincir dari tempat semula. Gelincir dibedakan menurut bentuk bidang longsor yaitu rotasi (nendatan) dan translasi. Gelincir rotasi adalah longsor yang mempunyai bidang longsor berbentuk setengah lingkaran, log, spiral, hiperbola atau bentuk tidak teratur lainnya. Retakan-retakannya berbentuk konsentris dan cekung ke arah gerakan dan dilihat dari atas berbentuk sendok. Untuk gelinciran translasi massa yang longsor bergerak sepanjang permukaan yang datar atau agak bergelombang tanpa atau sedikit gerakan memutar atau mirng. Gelinciran translasi umumnya ditentukan oleh bidang lemah seperti sesar, kekar, perlapisan, dan adanya perbedaan kuat geser antar lapisan atau bidang kontak antara batuan dasar dengan bahan rombakan di atasnya.

c. Aliran (*Flows*)

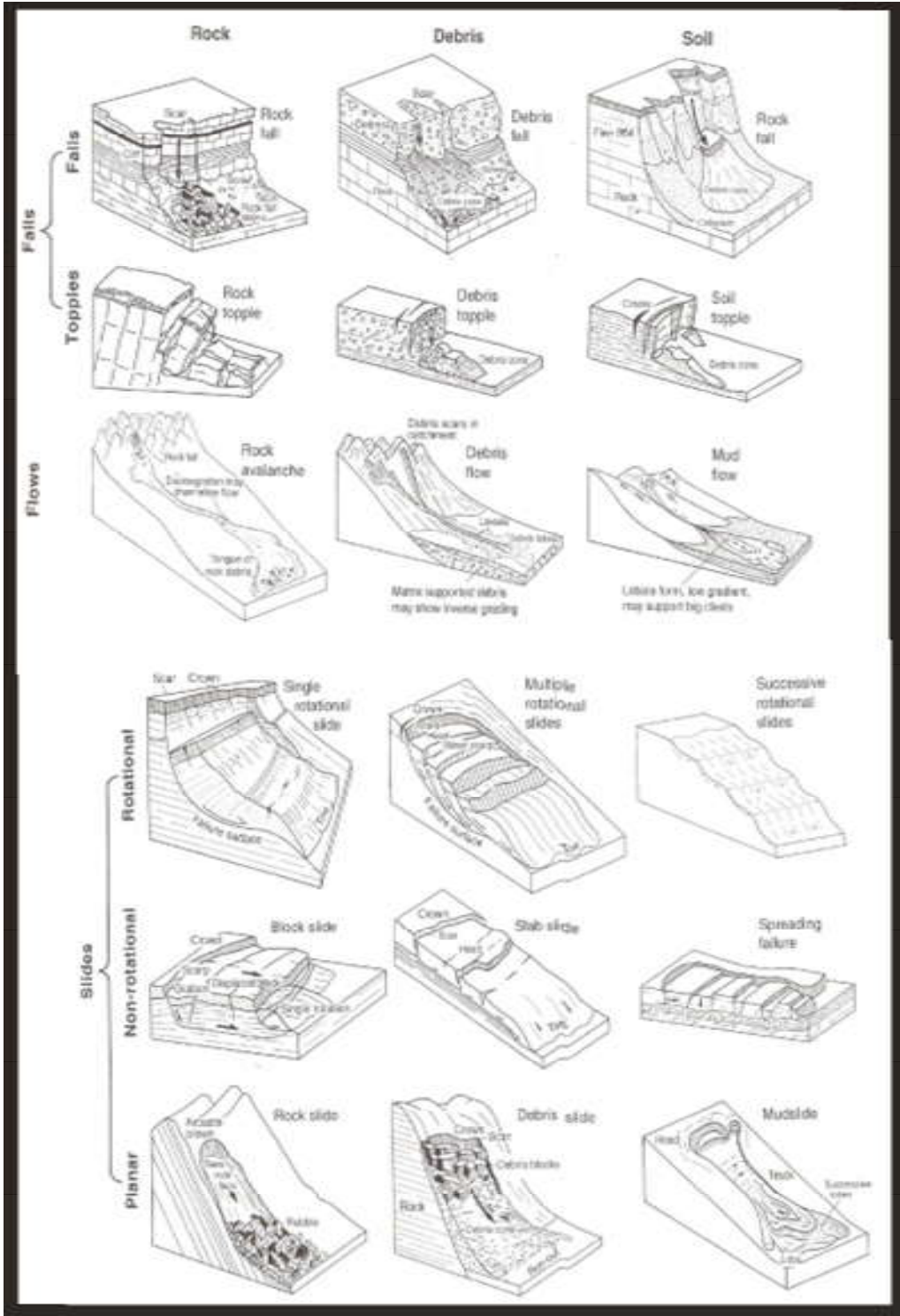
Aliran adalah longsor dimana kuat geser tanah kecil sekali atau tidak ada, dengan material yang bergerak berupa material kental. Pada material yang tidak terkonsolidasi gerakan ini umumnya berbentuk aliran, baik cepat atau lambat, kering atau basah. Aliran pada batuan sangat sulit dikenali karena gerakannya sangat lambat dengan retakan-retakan yang rapat dan tidak saling berhubungan yang menimbulkan lipatan, lenturan atau tonjolan. Berdasarkan tipe materialnya dapat dibedakan menjadi aliran tanah dan aliran batuan.

d. Jungkiran (*Topples*)

Jungkiran adalah jenis gerakan memutar kedepan dari satu atau beberapa blok tanah atau batuan terhadap titik putar (*pivot point*). Longsor ini disebabkan karena adanya tekanan air yang mengisi rekahan batuan. Jungkiran ini biasanya terjadi pada tebing-tebing yang curam dan tidak mempunyai bidang gelincir.

e. Majemuk (*Complex*)

Majemuk merupakan gabungan dua atau lebih tipe-tipe longsor seperti yang diterangkan di atas.



Gambar 2.7. Jenis-jenis Gerakan Massa (*Varnes*, 1978)

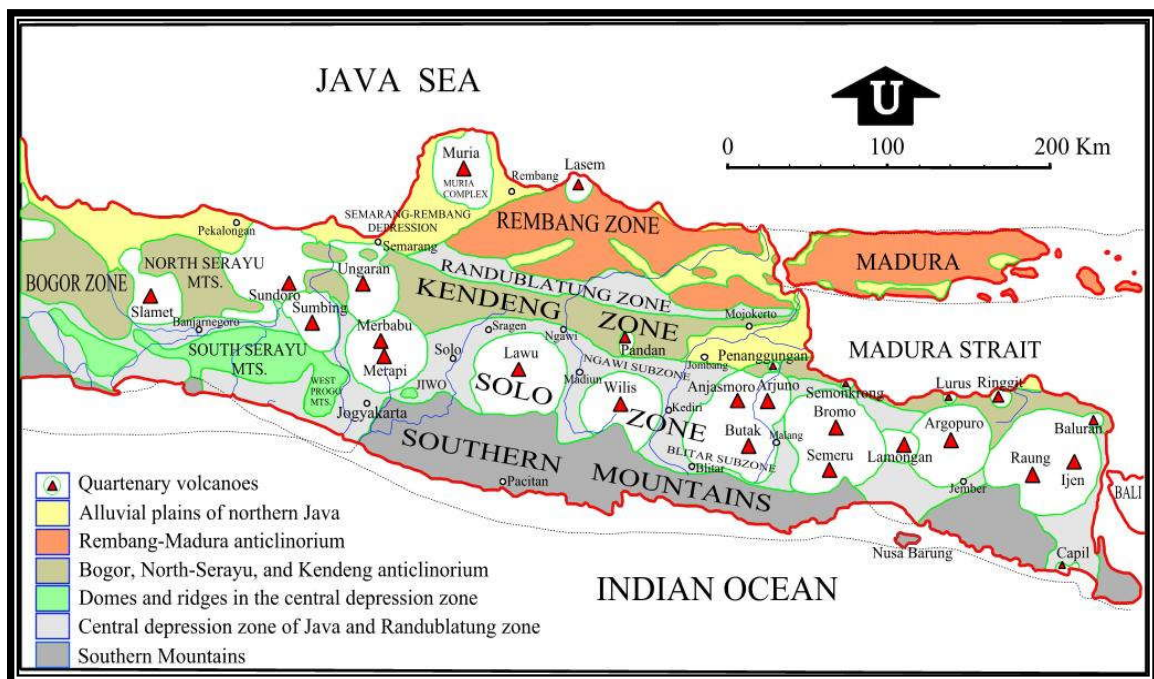
BAB III

GEOLOGI REGIONAL

3.1. Fisiografi Regional

Secara fisiografi Jawa Tengah oleh Van Bemmelen (1949), membagi Jawa Tengah menjadi 4 (empat) jalur fisiografi dari utara ke selatan, yaitu :

1. Dataran Pantai Utara Jawa,
2. Jalur Pegunungan Serayu Utara.
3. Jalur Pegunungan Serayu Selatan,
4. Jalur Pegunungan Selatan



Gambar 3.1 Peta Fisiografi daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur (Van Bemmelen, 1949)

Secara regional daerah penelitian termasuk dalam Jalur Pegunungan Selatan. Pegunungan Selatan ini secara umum disusun oleh dua kelompok besar batuan yaitu batuan vulkanik dan batuan karbonat, dengan jurus perlapisan relatif barat-timur dengan kemiringan ke selatan. Daerah penelitian berada pada bagian paling barat dari Jalur Pegunungan Selatan Jawa yang memanjang barat-timur mulai dari Parangtritis hingga Ujungpurwa, Jawa Timur. Zona Selatan merupakan zona *plateau*

dengan permukaan hampir datar dengan kemiringan ke selatan. Bagian selatan dibatasi oleh adanya tebing curam *Cliff* terhadap Samudera Indonesia. Pada bagian utara membentuk gawir yang memanjang ke timur yang merupakan batas Zona Tengah Jawa.

3.2. Geomorfologi Regional

Peta geologi regional lembar Yogyakarta dan Surakarta, termasuk dalam rangkain perbukitan pegunungan selatan yang membujur dari barat timur sepanjang pantai selatan pulau jawa, di bagian utara daerah ini dijumpai dataran rendah yang dikenal dengan lajur solo (Van Bemmelen, 1949). Antara Pegunungan Selatan dan lajur Solo terdapat pegunungan hasil penyesaran bongkah di dekat Wonogiri yakni pegunungan Plopo dan Pegunungan Kembengan. Kedua pegunungan ini dipisahkan oleh rendahan tak setangkup (*depresi asimetri*)

3.3. Stratigrafi Regional

Menurut Van Bemmelen (1949), stratigrafi pegunungan selatan bagian Barat disusun oleh satuan-satuan batuan berikut (dari tua ke muda) :

3.3.1 Kelompok Batuan Pra Tersier

Kelompok ini tersingkap di pegunungan Jiwo daerah Bayat, Klaten. Disusun oleh batuan metamorf seperti batusabak, sekis, geneis, serpentinit dan batugamping kristalin. Batugamping mengandung *Orbulina* hadir sebagai lensa- lensa dalam batulempung. Secara tidak selaras di atasnya terdapat Formasi Wungkal dan Formasi Gamping.

3.3.2 Formasi Wungkal

Dicirikan oleh kalkarenit dengan sisipan batupasir, batulempung, sedangkan Formasi Gamping dicirikan oleh kalkarenit dan batupasir tufan. Di daerah Gamping (Barat kota Yogyakarta), Formasi ini berasosiasi dengan terumbu. Umur kedua Formasi tersebut adalah Eosen Tengah-Atas. Hubungan Formasi Wungkal dan Formasi Gamping adalah selaras (Bothe, 1929).

3.3.3 Formasi Kebo

Dicirikan oleh perselingan konglomerat, batupsir tufan, serpih dan lanau. Di beberapa tempat ada lava bantal dan intrusi diorite. Ketebalan endapan ini ± 800 m, diendapkan dengan mekanisme gravity flow pada lingkungan laut.

3.3.4 Formasi Butak

Terdapat di lokasi tipenya Gunung Butak (Baturagung), tersusun oleh breksi, batupasir tufan konglomerat, batuapung, batulempung, serpih menunjukkan ciri endapan dengan mekanisme gravitasi pada lingkungan laut. Berumur Oligosen, di beberapa tempat sulit dipisahkan ciri dari Formasi Kebo dengan Formasi Butak sehingga beberapa peneliti menyebutnya Formasi Kebo-Butak berumur Oligosen Atas.

3.3.5 Formasi Semilir

Tersingkap baik di Gunung Semilir di sekitar (Baturagung) dengan litologi penyusunnya adalah perselingan tuf, tuf lapili, batupasir tufan, batulempung, serpih, lanau, terdapat sisipan breksi. Diendapkan dengan mekanisme aliran gravitasi pada lingkungan laut dalam. Satuan ini mempunyai ketebalan ± 1200 m dan terletak selaras di atas Formasi Butak, berumur Miosen Awal. Di atas Formasi Semilir secara selaras diendapkan Formasi Nglanggran.

3.3.6 Formasi Nglanggran

Tersingkap baik di Desa Nglanggran, dengan litologi penyusunnya adalah breksi vulkanik dengan sisipan batupasir tufan. Di dalam breksi (terutama Formasi Nglanggran bagian bawah) sering dijumpai fragmen batugamping. Formasi ini diendapkan dengan mekanisme turbidit pada lingkungan laut dalam pada Kala Miosen Awal.

3.3.7 Formasi Sambipitu

Terletak secara selaras di atas Formasi Semilir-Nglanggran. Di lokasi tipenya (Desa Sambipitu) tersusun oleh perselingan batupasir coklat kehijauan, serpih dan lanau yang memperlihatkan ciri endapan turbidit. Di bagian atas sering dijumpai slump skala besar, formasi ini diendapkan pada Kala Miosen Awal. Di atas Formasi Sambipitu secara tidak selaras diendapkan endapan sedimen karbonat paparan yang terdiri dari Formasi Oyo, Wonosari dan Kepek (Bothe, 1929).

3.3.8 Formasi Oyo

Kelompok ini tersingkap di Kali Oyo. Disusun oleh perselingan batugamping bioklastik, kalkarenit dan napal dengan sisipan batugamping konglomerat (fragmental). Satuan ini diendapkan pada lingkungan paparan dangkal dengan ombak yang tenang, pada Kala Miosen Tengah.

3.3.9 Formasi Wonosari

Formasi ini tersingkap baik di daerah Wonosari dan sekitarnya, membentuk morfologi karst terdiri dari batugamping terumbu, batugamping bioklastik (berlapis), dan napal. Formasi ini merupakan endapan karbonat paparan pada kala Miosen Tengah-Akhir. Hubungan dengan Formasi Oyo di beberapa tempat adalah selaras, bagian bawah Formasi Wonosari berhubungan menjari dengan Formasi Oyo.

3.3.10 Formasi Kepek

Diendapkan tidak selaras diatas Formasi Wonosari di bagian utara dan lapisannya berubah fasies menjadi batugamping terumbu Formasi Wonosari ke arah selatan. Berlokasi tipe di Kali Kepek, terdiri dari batugamping dan napal berlapis. Lapisan napal pada lapisan ini mempunyai ketebalan ± 200 m. Formasi ini berumur Miosen Akhir.

Tabel 3.1 Tatahan Stratigrafi Pegunungan Selatan dari beberapa penulis.

KALA	ZONASI BLOW (1969)	PENELITI			
		BOTHE (1929)	VAN BEMMELEN (1949)	SUMARSO-ISMOYOWATI (1975)	SURONO, dkk. (1992)
HOLOSEN	N.23			Endapan Vulkanik Muda dan Aluvium	
PLISTOSEN	N.22				
	N.21				
PLIOSEN	N.20				
	N.19				
	N.18				
MIOSEN	N.17				
	N.16				
	N.15	Kepek			Kepek
	N.14		Wonosari		
	N.13				Wonosari
	N.12		Sambipitu		
	N.11	Wonosari	Nglanggran	Wonosari	Oyo
	N.10		Semilir		
	N.9	Oyo	Kebo Butak		Sambipitu
	N.8				
	N.7			Semilir	Nglanggran
	N.6	Sambipitu			Semilir
OLIGOSEN	N.5	Nglanggran			
	N.4				
	N.3 (P.22)	Semilir		Kebo Butak	Kebo Butak
	N.2 (P.21)	Kebo Butak			
	N.1 (P.20)				
	P.19				
	P.18				
EOSEN	P.16				
	P.15	Wungkal Gamping		Gamping	Wungkal Gamping
	P.14				
	P.13			Wungkal	

3. 4. Struktur Geologi Regional

Struktur geologi yang dijumpai pada lembar Yogyakarta dan Surakarta, berupa kekar, sesar dan lipatan . Lipatan terdiri dari antiklin dan sinklin mempunyai arah umum timur laut barat daya dan timur barat dan beberapa lainnya barat laut tenggara. Sayap lipatan bersudut kecil (3^0 - 15^0) dan umumnya terbentuk agak setangkep. Lipatan ini melibatkan satuan dari formasi semilir, Oyo, Wonosari-

punung, dan formasi kepek. Lipatan yng berarah timur laut barat daya dan timur barat terdapat bagian barat lembar peta.

Sesar umumnya berupa sesar turun dengan pola “*antithetic fault block*” (Van Bemmelen) 1949. Sesar utama searah barat laut tenggara dan setempat timur laut barat daya di kaki selatan (Sambipitu) dan kaki timur (Sambeng). Pada pegunungan batur agung dijumpai sesar mendatar kiri, sesar ini berarah hampir mendekati utara selatan dan memotong lipatan yang berarah timur laut- barat daya.

BAB IV

KONDISI GEOLOGI DAN GEOLOGI TEKNIK DAERAH TELITIAN

4.1. Geomorfologi Daerah Telitian

4.1.1. Kelerengan

Tabel 4.1. Penggolongan satuan geomorfologi yang didasarkan pada kelerengan dan beda tinggi (Van Zuidam & Concelado, 1979)

Satuan Relief	Kemiringan Lereng (%)	Beda Tinggi (m)
Topografi dataran	0 – 2	< 5
Topografi bergelombang dengan lereng landai	3 – 7	5 – 25
Topografi bergelombang dengan lereng miring	8 – 13	25 – 75
Topografi bergelombang dengan lereng sedang	14 – 20	75 – 200
Topografi bergelombang dengan lereng terjal	21 – 55	200 – 500
Topografi bergelombang dengan lereng sangat terjal	56 – 140	500 – 1000

Berdasarkan klasifikasi tingkat kelerengan oleh Van Zuidam (1979), daerah penelitian terbagi atas empat satuan / klas lereng yaitu:

- a. Satuan perbukitan dengan lereng landai (3-7%), menempati 20 % dari luas total daerah penelitian. Secara administratif termasuk kedalam wilayah Kecamatan Dlingo. Disusun oleh perselingan batupasir dan batulempung, perselingan batupasir karbonatan dan batulempung karbonatan, batupasir tuff dan konglomerat sebagai sisipan, serta hasil pelapukannya.
- b. Satuan perbukitan dengan lereng miring (8-13%), menempati 40% dari luas total daerah penelitian. Secara administratif termasuk kedalam wilayah Kecamatan Dlingo. Disusun oleh breksi vulkanik, batupasir tuff, batugamping klastik dan batugamping terumbu serta hasil pelapukannya.
- c. Satuan perbukitan dengan lereng agak curam (14-20%), menempati 10 % dari luas total daerah penelitian, dijumpai di bagian timur daerah penelitian. Secara administratif termasuk kedalam wilayah Kecamatan Dlingo. Disusun oleh Breksi Vulkanik, batupasir tuff dan batupasir serta hasil pelapukannya.

- d. Satuan perbukitan dengan lereng curam (21-55%), menempati 30% dari luas total daerah penelitian, dijumpai di bagian timur daerah penelitian. Secara administratif termasuk kedalam wilayah Kecamatan Dlingo. Disusun oleh Breksi vulkanik dan batupasir tuff serta hasil pelapukannya.

4.1.2. Dasar Pembagian Geomorfologi

Pembagian bentuk lahan daerah penelitian mengacu konsep klasifikasi Van Zuidam (1983) yang berdasarkan aspek-aspek geomorfologi, yaitu:

1. Morfologi, yakni mempelajari mengenai relief secara umum yang meliputi aspek :
 - a. Morfografi, yakni aspek yang bersifat pemerian pada suatu daerah, antara lain bukit, punggung, lembah dan dataran
 - b. Morfometri, yakni aspek pembagian atau penggolongan kenampakan geomorfologi yang didasarkan pada segi kuantitatif, yang diharapkan pada penggolongan ini adalah adanya kontrol litologi dan struktur.
2. Morfogenesis, yakni studi mengenai proses geomorfologi yaitu proses yang mengakibatkan perubahan dan terjadinya bentuk lahan, yang mencakup aspek:
 - a. Morfostruktur aktif : gaya-gaya endogen atau tektonik, yaitu struktur geologi.
 - b. Morfostruktur pasif : aspek material penyusunnya.
 - c. Morfostruktur dinamik: gaya-gaya eksogen, seperti proses denudasional, fluvial, marine pelarutan, angin, dan glasial.
3. Morfokonservasi, yaitu hubungan antara bentuk lahan dengan lingkungan berdasarkan parameter bentuk lahan, meliputi tanah air, vegetasi, dan lain-lain.

Tabel 4.2. Klasifikasi bentang alam (Van Zuidam, 1983).

Kode	Satuan bentangalam
S	Satuan bentangalam struktural
V	Satuan bentangalam vulkanik
D	Satuan bentangalam denudasional
M	Satuan bentangalam <i>marine</i> /pantai
F	Satuan bentangalam <i>fluvial</i>
G	Satuan bentangalam <i>glasial</i>
K	Satuan bentangalam <i>karst</i>
E	Satuan bentangalam <i>eolian</i>

Tabel 4.3. Klasifikasi bentang alam berdasarkan genesa dan sistem pewarnaan (Van Zuidam, 1983)

No	Genesa	Pewarnaan
1	Denudasional	Coklat
2	Struktural	Ungu
3	Vulkanik	Merah
4	<i>Fluvial</i>	Hijau
5	<i>Marine</i>	Biru tua
6	<i>Karst</i>	Orange
7	<i>Aeolian</i>	Kuning

4.1.2.1. Bentuk Asal Struktural

4.1.2.1.1. Gawir (S1)

Daerah dengan bentukan ini mempunyai topografi dengan relief lembah dengan kemiringan lereng curam (21-55%) dan beda tinggi 200 m yang mempunyai tingkat pengikisan lemah-sedang. Satuan ini mempunyai luasan wilayah sekitar 4 km² atau 16% dari keseluruhan dari luas telitian.

Satuan geomorfik ini dicirikan oleh pola kontur yang rapat dan memanjang serta mempunyai kemiringan lereng yang curam. Litologi pada satuan ini berupa breksi yang resisten terhadap pelapukan dan erosi. Berdasarkan bentuk relief dan kemiringan lereng maka satuan ini dapat disebut Satuan Geomorfik Gawir.



Gambar 4.1. Satuan Geomorfik Gawir (LP 29), arah kamera menghadap ke barat.

4.1.2.1.2. Perbukitan Homoklin (S2)

Satuan Geomorfik Perbukitan Homoklin ini mempunyai luasan wilayah sekitar 8.5 km² atau 34% yang membentang dengan arah barat daya-timur laut. Satuan ini mempunyai topografi dengan relief bukit dengan kemiringan lereng miring-agak curam (8-20%) dan beda tinggi 25 meter dengan tingkat pengikisan lemah- sedang. Litologi pada satuan ini berupa breksi vulkanik dan batupasir tuff yang resisten terhadap pelapukan dan erosi.

Perbukitan Homoklin ini membentang dengan arah Barat daya-Timur laut yang terletak pada Desa Mangunan, Karangasem, Tengkil, Muntuk, Sanggrahan Satu, Banjarharjo dan Kebokuning, Pancuran, Rejosari dan Terong. Berdasarkan bentuk relief dan kemiringan lapisan, maka satuan ini dapat disebut sebagai Satuan Geomorfik Perbukitan Homoklin.



Gambar 4.2. Satuan Geomorfik Perbukitan Homoklin (LP 1) ,arah kamera menghadap ke barat daya.

4.1.2.2. Bentuk Asal Karst

4.1.2.2.1. Perbukitan Karst (K1)

Satuan Geomorfik perbukitan karst mempunyai luasan wilayah sekitar 10 km² atau 40 % dari keseluruhan luas daerah telitian. Satuan ini mempunyai topografi dengan relief bukit dengan kemiringan lereng miring (8-13%) dan beda tinggi 25 meter dengan tingkat pengikisan dan pelarutan sedang- kuat. Litologi pada satuan ini berupa batugamping yang tidak resiten terhadap pelapukan dan erosi karena adanya tingkat pelapukan yang tinggi.

Satuan geomorfik ini dicirikan dengan adanya pola kontur yang khas yang membulat berupa cekungan-cekungan dengan bentuk dan ukuran yang bervariasi serta bukit- bukit kecil yang merupakan sisa-sisa erosi akibat pelarutan kimia dengan litologi berupa batugamping.

Perbukitan karst terletak pada desa Ngunut, Lungguh, Temuwuh, Tekik, Tanjung, Salam, Klepu, Jambewangi, Jurug, Kapingan, Nglampengan, Loputih, Semuten dan Maladan. Berdasarkan bentuk relief dan ciri-ciri yang khas, maka satuan ini dapat disebut sebagai Satuan Geomorfik Perbukitan Karst.



Gambar 4.3. Satuan Geomorfik Perbukitan Karst (LP 73), arah kamera menghadap ke barat laut.

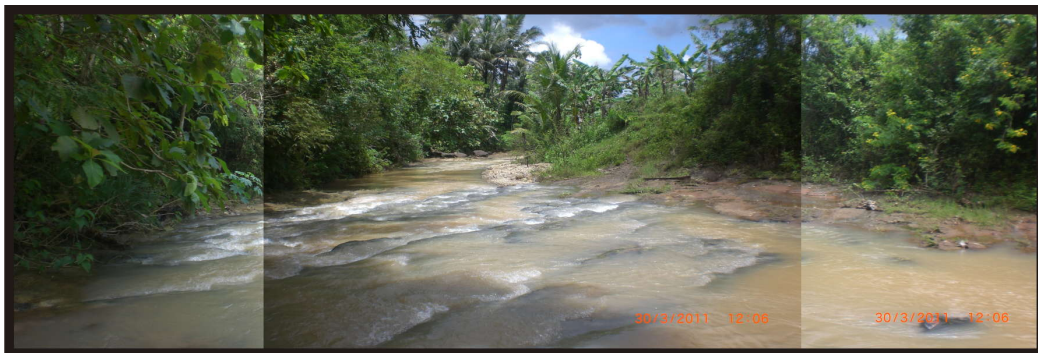
4.1.2.3. Bentuk Asal Fluvial

4.1.2.3.4. Tubuh Sungai (F1)

Bentuk lahan ini mempunyai topografi dengan relief datar dengan kemiringan lereng landai (3-7%) dan beda tinggi 5 meter yang mempunyai tingkat pengikisan sedang. Satuan ini mempunyai luasan wilayah sekitar 2.5 km² atau 10% dari keseluruhan luas daerah penelitian.

Satuan geomorfik ini merupakan tubuh sungai dengan batuan dasar tersingkap baik di sepanjang sungai sehingga proses denudasional yakni pelapukan dan erosi terus berlangsung oleh media air. Litologi pada satuan ini berupa perselingan batupasir karbonatan dan batulempung karbonatan, perselingan batupasir dan batulempung, dan sisipan konglomerat yang mempunyai tingkat resisten sedang terhadap pelapukan dan erosi.

Tubuh sungai ini membentang dengan arah Barat daya-Timur laut yang terletak di tengah tengah daerah telitian. Berdasarkan bentuk relief dan proses denudasi yang berlangsung, maka satuan ini dapat disebut Satuan Geomorfik Tubuh Sungai Tererosi.



Gambar 4.4. Satuan Geomorfik Tubuh Sungai, (LP 99, arah kamera menghadap ke barat daya).

4.1.3. Pola Pengaliran

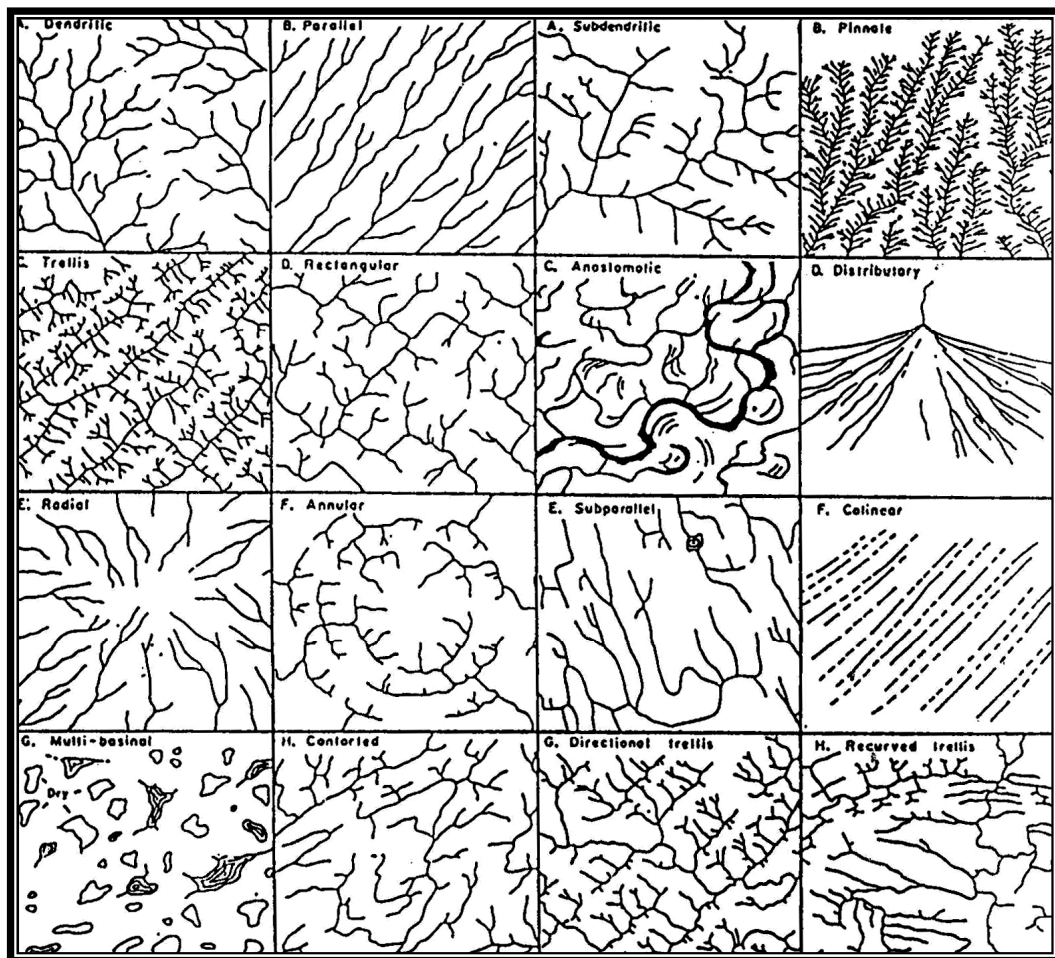
Pola pengaliran adalah kumpulan jalur - jalur pengaliran hingga bagian terkecilnya pada batuan yang mengalami pelapukan atau tidak ditempati oleh sungai secara permanen. (*Howard*, 1967). Pola pengaliran sangat erat hubungannya dengan resistensi batuan, jenis litologi, struktur geologi, dan stadia geomorfologinya. Pola

pengaliran sungai mencerminkan beberapa faktor yaitu kontrol struktur, variasi kekerasan batuan, landaian lereng asal, sejarah geologi serta geomorfologi suatu daerah. Analisis pola pengaliran merupakan salah satu faktor yang menunjang untuk mengetahui kontrol struktur dan litologi terhadap perkembangan bentang alam suatu daerah.

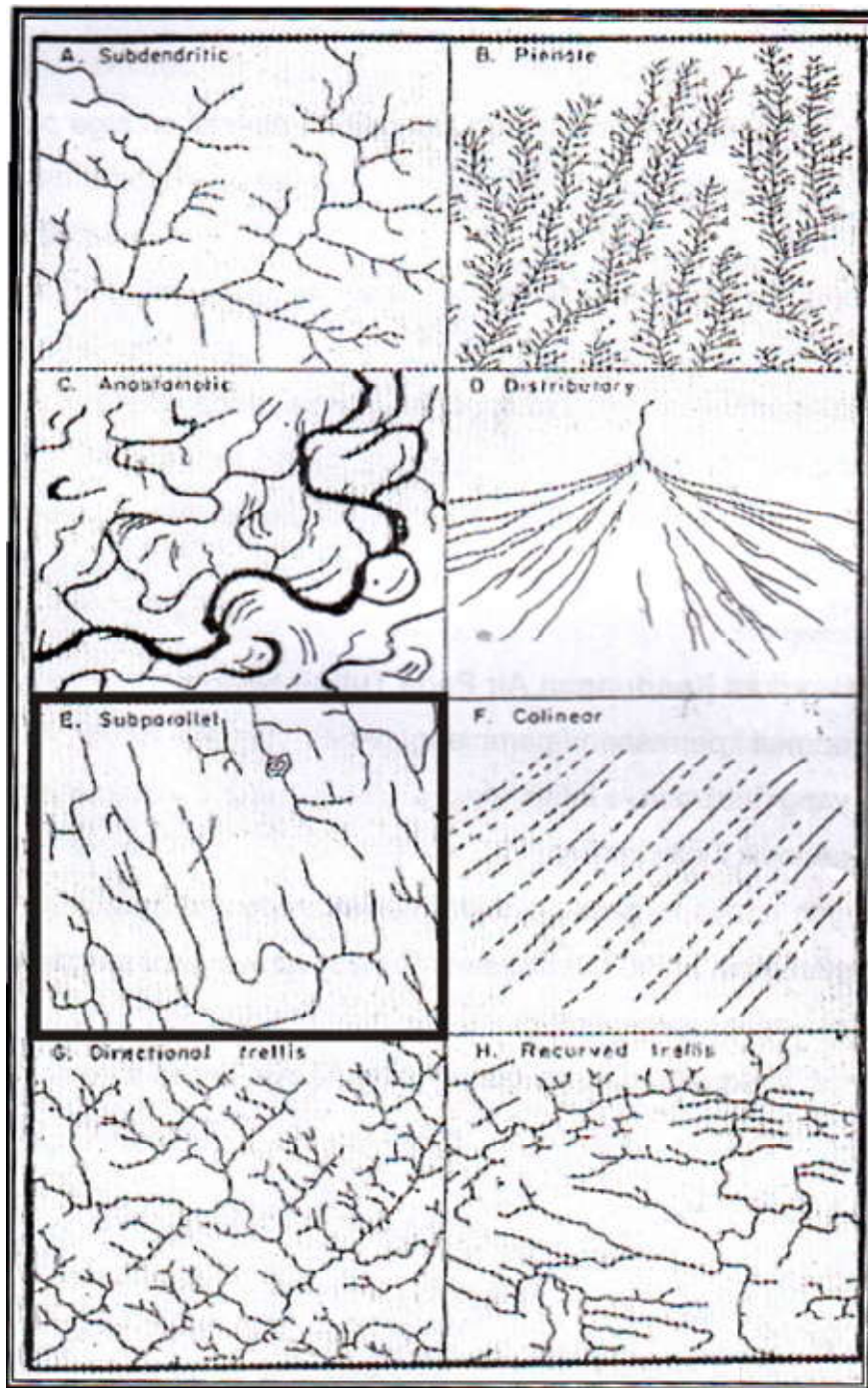
Berdasarkan genetiknya (*Howard, 1967*), sungai yang mengalir di daerah telitian dapat digolongkan dalam beberapa tipe sungai, yaitu: Sungai konsekuen, sungai subsekuen, dan sungai resekuen. Sungai konsekuen adalah sungai yang mengalir searah dengan kemiringan awal daerah kubah, pegunungan blok yang baru terangkat. Sungai subsekuen merupakan sungai yang mengalir sepanjang jurus perlapisan batuan dan membentuk lembah sepanjang daerah lunak, sedangkan sungai resekuen merupakan sungai yang mengalir searah dengan kemiringan lapisan batuan dan searah dengan sungai konsekuen, sungai ini terbentuk kemudian dan cenderung baru.

Sungai- sungai yang berkembang pada daerah telitian membentuk tiga arah aliran yaitu ke arah Tenggara, ke arah Selatan, dan ke arah Timur laut dengan arah aliran yang dominan ke arah Tenggara. Sungai-sungai tersebut secara umum membentuk pola aliran subparalel.

Pola pengaliran subparalel merupakan pola ubahan atau modifikasi dari pola pengaliran paralel dimana pola pengaliran ini mempunyai rangkaian bentuk aliran yang memperlihatkan penjajaran sungai. Pola pengaliran ini terbentuk dari aliran cabang-cabang sungai yang sejajar atau paralel pada bentang alam yang panjang mencerminkan kemiringan lereng yang cukup besar dan hampir seragam. Pola pengaliran ini lereng, litologi dan struktur sebagai pengontrol utama terbentuknya pola aliran dimana lapisan batuan mempunyai tingkat resistensi yang relatif seragam.



Gambar 4.5. Pola pengaliran dasar (Howard, 1967).



Gambar 4.6. Klasifikasi pola pengaliran ubahan oleh A.D Howard (1967)



Gambar 4.7. Pola Pengaliran Subparalel di Daerah Penelitian (A.D Howard,1967)

4.1.4. Stadium Geomorfologi

Stadium geomorfologi suatu daerah, sangat erat hubungannya dengan proses pengikisan, denudasi, dan stadium sungai yang ada . Hal ini semua dapat ditafsirkan dari ciri-ciri morfologi, pola aliran sungai dan ciri-ciri yang lainnya. Menurut *Davis* (1966), stadium geomorfologi ada 3 dan mempunyai ciri tersendiri yaitu stadium muda dicirikan oleh dataran yang masih tinggi dengan lembah sungai yang relatif curam dimana erosi vertikal lebih dominan dan kondisi geologi masih origin. Stadium dewasa dicirikan oleh adanya bukit sisa erosi dan erosi lateral lebih dominan, sungai bermeander dengan point bar, pola pengaliran berkembang baik, kondisi geologi mengalami pembalikan topografi seperti punggung sinklin atau lembah antiklin. Stadium tua dicirikan permukaan relatif datar, aliran sungai tidak berpola, sungai berkelok dan menghasilkan endapan di kanan kiri sungai dan litologi relatif seragam.

Stadium sungai yang terbentuk di daerah penelitian berupa stadium dewasa, terlihat dari bentukan berkelok-kelok, bentuk dari tebing sungai menyerupai huruf “U”, dari tanda-tanda seperti ini maka dapat dikatakan bahwa mempunyai stadium dewasa

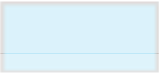




Gambar 4.8. Kenampakan morfologi lembah sungai berbentuk huruf “U”, di Sungai Urang, lensa menghadap tenggara.

4.2. Stratigrafi Daerah Telitian

Setelah melakukan pengamatan sebaran singkapan batuan di lapangan, dan studi literatur maka peneliti dapat membagi daerah telitian menjadi 3 satuan batuan (Gambar 4.10), berdasarkan urutan dari tua ke muda adalah :

1. Satuan breksi vulkanik Nglanggran
2. Satuan batupasir Sambipitu
3. Satuan batugamping Wonosari

Umur			Zonasi Blow	Formasi	Simbol
Zaman	Kala				
Tersier	Miosen	Tengah	N 11 - N 13	Wonosari	
		Awal-Tengah	N 8 - N 9	Sambipitu	
		Awal		Nglanggran	

Gambar 4.9. Kolom Stratigrafi Daerah Telitian Oleh Penulis

4.2.1. Satuan Batuan Breksi Vulkanik Nglanggran

4.2.1.1. Dasar penamaan

Penamaan formasi Nglanggran didasarkan pada dominasi batuan penyusun pada formasi tersebut, yaitu berupa breksi dengan framen berupa andeist yang sangat tebal dengan sisipan batupasir tuffan. Selain itu penamaan didasarkan pada korelasi dengan stratigrafi yang pernah diajukan oleh Bothe (1929) untuk memberi nama satuan yang tersingkap di gunung Nglanggran, Baturagung dengan nama *Nglannggran Beds*. Nama Nglanggran tetap digunakan karena mempunyai kesamaan ciri - ciri dengan litologi daerah telitian.

4.2.1.2. Penyebaran

Formasi Nglanggran menyebar dengan luas 11, 75 km² atau 47% dari luas seluruh daerah telitian. Penyebarannya meliputi wilayah Terong, Kebokuning,

Rejosari, Gunung cilik, Sanggrahan, Banjarharjo, Muntuk, Tangkil, Karang Asem, dan seropan.

4.2.1.3. Ciri Litologi

Formasi Nglanggran terdiri dari breksi yang sangat tebal dengan fragmen berupa andesit dan batupasir tuff. Breksi Vulkanik merupakan hasil aliran lava dengan kekentalan rendah (*low Viscosity*) yang mengalami pengerutan dan pembekuan kemudian pecah menjadi bongkahan - bongkahan. Breksi ini bukan batuan sedimen, hal ini karena proses terbentuknya batuan ini berasal dari pembekuan secara langsung dari lava yang mengalir, sehingga mempunyai fragmen yang bercampur dengan material yang terbawa saat erupsi, kemudian mengalami pembekuan akibat penurunan suhu yang cepat dari suhu tinggi menjadi rendah, jadi dapat disimpulkan bahwa breksi vulkanik adalah breksi yang berasal dari proses efusif dari magma.

Breksi Andesit; warna abu- abu kehitaman sampai hitam, warna lapuk coklat kemerahan, ukuran butir pasir kasar sampai bongkah, pemilahan buruk, bentuk butir menyudut, kemas terbuka, fragmen andesit matrik tersusun oleh andesit dan pasir sebagai komposisi mineral terdiri dari kuarsa, feldspar, plagioklas, piroksen, mineral opak, struktur sedimen massif, namun di beberapa tempat dijumpai struktur perlapisan bersusun, secara petrografis dari sampel nomor 22 bernama Andesit

Batupasir tuff; warna coklat, kekuningan, kenampakan tekstur relatif halus, pemilahan baik, bentuk butir menyudut sampai membulat, kemas tertutup komposisi mineral gelas, feldspar, kuarsa, biotit, piroksin, semen silika struktur sedimen perlapisan

4.2.1.4. Penentuan Umur

Pada formasi ini penulis tidak menemukan adanya fosil yang digunakan untuk menentukan umur dikarenakan litologi berupa batuan hasil vulkanik sehingga jarang ditemukan fosil. Surono (1989), menyimpulkan bahwa formasi ini diendapkan pada Miosen Awal atau N6-N7 (*Zonasi Blow*, 1959).

4.2.1.5. Lingkungan dan Mekanisme Pengendapan

Dalam interpretasi lingkungan pengendapan, penulis menentukan berdasarkan karakteristik batuanya. Dari ciri - ciri litologi dan struktur sedimen yang berkembang maka dapat di interpretasikan bahwa formasi ini merupakan endapan turbidit. Adanya fragmen koral pada batupasir tuffan menunjukan bahawa formasi Nglanggran diendapkan pada lingkungan laut dalam sehingga secara umum lingkungan pengendapannya adalah laut disertai longsoran bawah laut.

Mekanisme pengendapan pada satuan ini dapat dilihat dari stuktur sedimen yang terbentuk pada sispan batupasir tuffan yang berupa perlapisan dimana struktur sedimen tersebut terdapat pada endapan turbidit.

4.2.1.6. Hubungan Stratigrafi

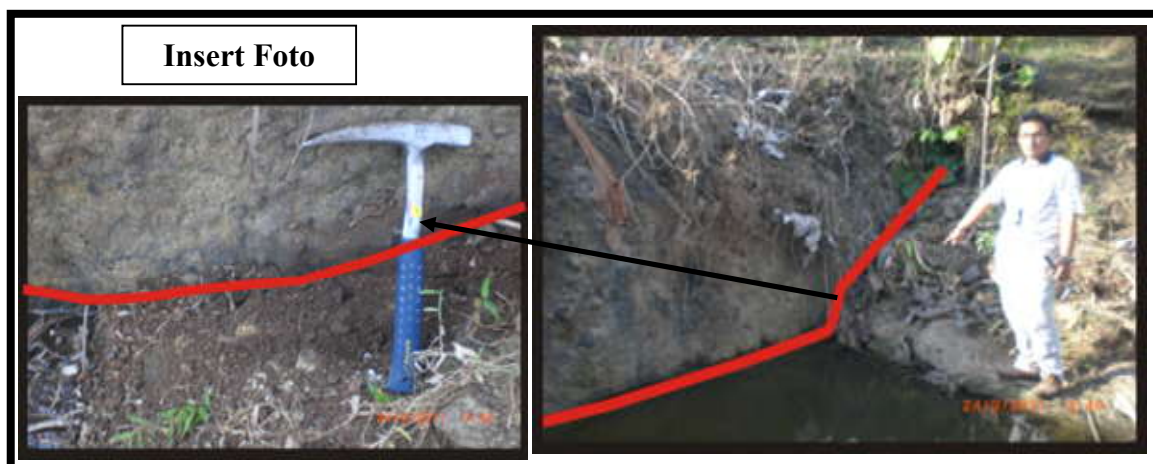
Hubungan stratigrafi antara formasi Nglanggran dengan satuan batuan yang lebih muda yaitu formasi Sambipitu adalah selaras, hal ini ditandai dengan adanya kemenerusan pengendapan.



Gambar 4.10 Singkapan batuan breksi vulkanik di Desa Dlingo (LP45), arah kamera menghadap barat



Gambar 4.11 Singkapan batupasir tuff di Desa Seropan Satu (LP 4), arah kamera menghadap barat.



Gambar 4.12 Kontak breksi Nglanggran dan batupasir Sambipitu di Desa Muntuk (LP 96), arah kamera menghadap barat.

4.2.2. Satuan Batupasir Sambipitu

4.2.2.1. Dasar Penamaan

Penamaan Formasi Sambipitu didasarkan pada dominasi batuan penyusun pada formasi tersebut, yaitu berupa batupasir gampingan. Selain itu penamaan didasarkan pada korelasi dengan stratigrafi yang pernah diajukan oleh *Bothe* (1929) untuk memberi nama satuan batuan yang tersingkap di desa Sambipitu dengan nama *Sambipitu beds*. Nama Sambipitu tetap digunakan karena mempunyai kesamaan ciri-ciri litologi daerah telitian

4.2.2.2. Penyebaran

Formasi Sambipitu menyebar dengan luas 3.875 km² atau 15.5% dari luas seluruh daerah telitian. Penyebarannya meliputi daerah Semoyo, Terong, Rejosari, dan Seropan.

4.2.2.3. Ciri Litologi

Formasi Sambipitu terdiri dari perselingan batupasir karbonatan dan batulempung karbonatan , perselingan batupasir dan batulempung, batupasir tuff dan terdapat sisipan konglomerat.

Batupasir karbonatan ; warna coklat kekuningan, ukuran butir pasir sangat halus sampai kasar, pemilahan baik, bentuk butir menyudut, sampai membulat, kemas tertutup fragmen berupa mineral mafik, matrik pasir, semen karbonat dengan komposisi mineral terdiri dari kuarsa ,feldspar, struktur sedimen laminasi dan perlapisan.

Batupasir: warna coklat kekuningan, ukuran butir pasir sangat halus sampai sangat kasar, pemilahan baik, bentuk butir menyudut, sampai membulat, kemas tertutup fragmen berupa mineral mafik, matrik pasir, semen silika dengan komposisi mineral terdiri dari kuarsa , feldspar, mineral opak, struktur sedimen laminasi dan perlapisan.

Batulempung karbonatan : warna coklat muda, ukuran butir lempung dengan, semen karbonat struktur sedimen perlapisan.

Batulempung : warna coklat , ukuran butir lempung, semen silica, struktur sedimen perlapisan

Konglomerat : warna coklat, ukuran butir pasir kasar sampai kerakal, pemilahan buruk, bentuk butir membulat tanggung sampai membulat , kemas terbuka fragmen berupa andeist, koral, matrik pasir sedang semen karbonat dengan komposisi mineral terdiri dari kuarsa , feldspar, mineral opak, struktur sedimen massif.

Batupasir tuff; warna coklat, kekuningan, kenampakan tekstur rekatif halus, pemilahan baik, bentuk butir menyudut sampai membulat, kemas tertutup komposisi mineral gelas, feldspar, kurasa, biotit, piroksin, semen silika struktur sedimen perlapisan, , secara petrografis dari sampel nomor 94 bernama *Volcanic Arenit*.

4.2.2.4. Penentuan Umur

Penentuan umur didasarkan pada kandungan fosil indeks foraminifera palngtonik yang terdapat pada batupasir karbonatan dengan kandungam foraminifera plangtonik berupa *Globoquadrina dehiscens*, *Globoguadrina altispira*, *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides sicanus*, *Praeorbulina glomerosa*. Dari hasil analisa tersebut didapatkan kisaran umur relatif formasi Sambipitu antara N8 - N9 antara Miosen Awal dan Miosen tengah

4.2.2.5. Lingkungan dan Mekanisme Pengendapan

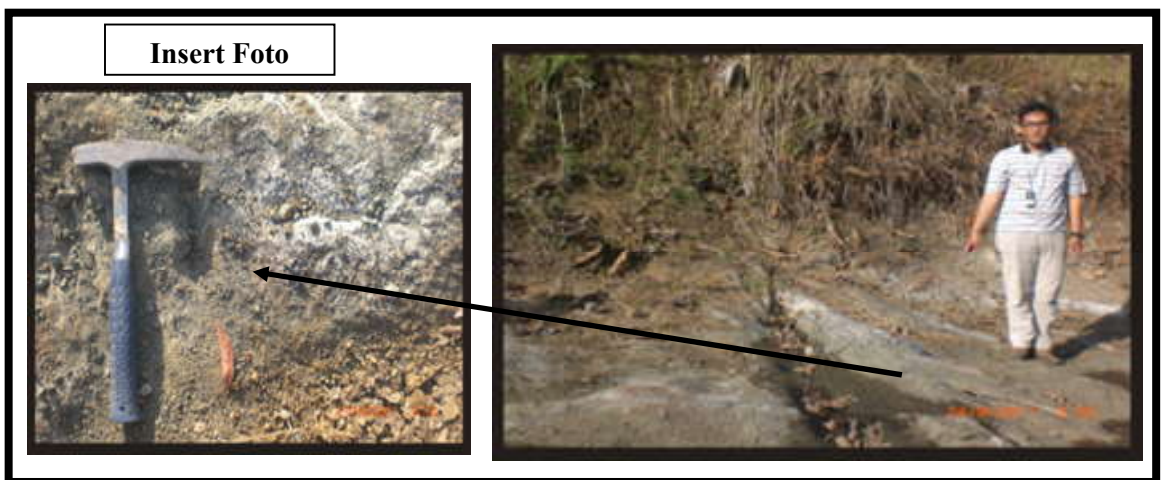
Berdasarkan analisa palentologi dari contoh batuan yang diambil didapatkan kandungan fosil foraminifera bentonik antara lain *Sphaeroidinea bylloides*, *Nodosaria* sp, *Cibicidos floridanus*. Dari hasil analisa kandungan fosil foraminifera bentonik tersebut menunjukkan kisaran kedalaman antara 150-1250m, atau terletak pada zona bathimetri Neritik Luar dan Batihial Bawah. Mekanisme pengendapan satuan batuan ini dapat dilihat dari struktur batuan yang terbentuk yaitu laminasi dan perlapisan dimana stuktur sedimen ini terdapat pada endapan turbidit.

4.2.2.6. Hubungan Stratigrafi

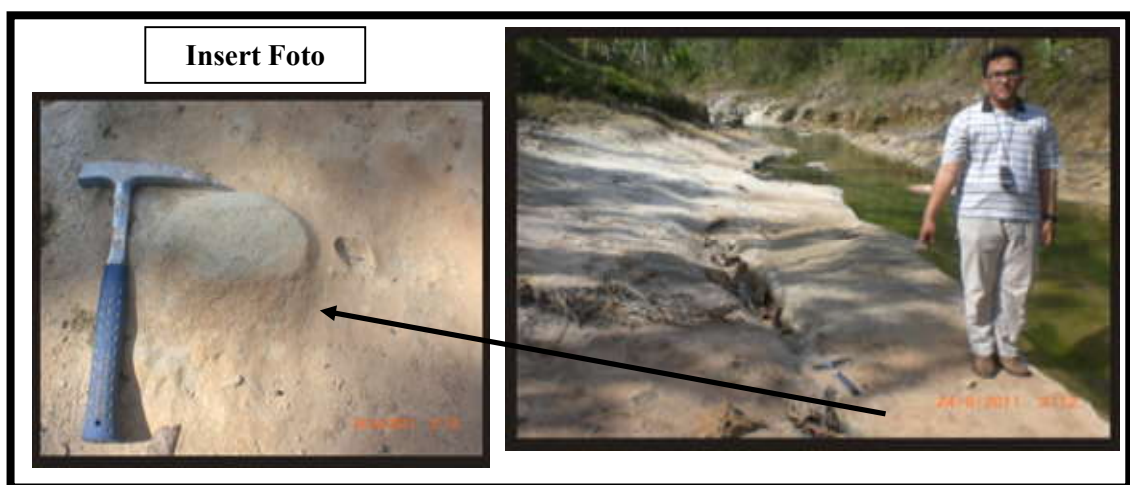
Hubungan stratigrafi antara formasi Sambipitu dengan formasi yang lebih tua yaitu formasi Nglanggran adalah selaras dan dengan formasi yang lebih muda yaitu formasi Wonosari adalah tidak selaras, hal ini ditandai dengan adanya loncatan umur sehingga tidak menunjukkan kemenerusan waktu pengendapan.



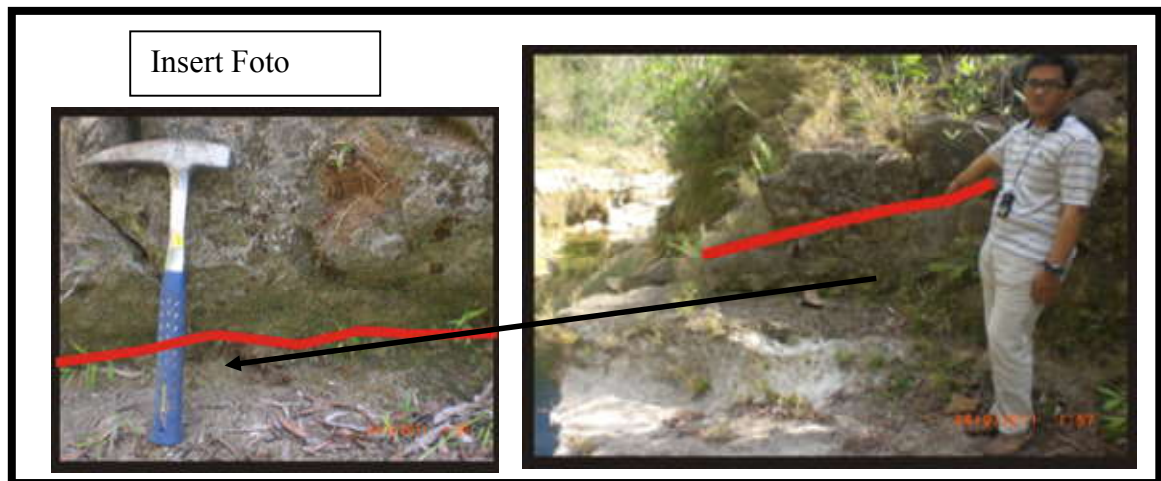
Gambar 4.13 Singkapan perselingan batupasir karbonatan dan batulempung karbonatan Sambipitu di sungai Urang (LP 86) arah kamera menghadap timur.



Gambar 4.14 Singkapan batupasir Sambipitu di sungai Urang (LP 94) arah kamera menghadap timur



Gambar 4.15 Singkapan batupasir karbonatan Sambipitu, sisipan konglomerat di sungai Urang (LP90) arah kamera menghadap timur



Gambar 4.16 Kontak batupasir karbonatan Sambipitu dan batugamping Wonosari di sungai Urang (LP 85), arah kamera menghadap barat laut.

4.2.3. Satuan Batugamping Wonosari

4.2.3.1. Dasar Penamaan

Penamaan Formasi Wonosari didasarkan pada dominasi penyusun pada formasi tersebut, yang berupa batugamping terumbu dan batugamping berlapis. Selain itu penamaan didasarkan pada korelasi dengan stratigrafi yang pernah diajukan oleh *Bothe* (1929) untuk memberi nama satuan yang tersingkap di Desa Wonosari dengan nama *Wonosari Beds*. Nama Wonosari tetap digunakan karena mempunyai kesamaan ciri- ciri dengan litologi pada daerah telitian.

4.2.3.2. Penyebaran

Formasi Wonosari menyebar dengan luas 9.375 km² atau 37.5 % dari luas seluruh daerah penelitian. Penyebarannya meliputi daerah Semoyo, Gayam, Semuten, Jatimulyo, Nglampengan, Temuwuh, Klepu, Tekik, Jambewangi dan Ngunut.

4.2.3.3. Ciri Litologi

Formasi Wonosari terdiri dari batugamping terumbu dan batugamping berlapis. Batugamping terumbu : warna putih kecoklatan, ukuran butir pasir sangat halus sampai pasir sangat kasar, pemilahan baik, bentuk butir menyudut sampai membulat, kemas tertutup, fragmen pecahan fosil, matrik lempung, semen karbonat dengan, stuktur sedimen massif.

Kalkarenit : warna putih kecoklatan, ukuran butir arenit, pemilahan buruk, bentuk butir menyudut sampai membulat tanggung, kemas terbuka, allochem pecahan fosil, mikrit lempung, sparit karbonat, stuktur sedimen perlapisan dan *cross bedding*, secara petrografi dari sampel nomor 16 bernama *Packstone*.

Kalsilutit : warna putih kecoklatan, ukuran butir lutit,, allochem pecahan . fosil, mikrit lempung, sparit karbonat dengan komposisi mineral berupa kalsit, stuktur sedimen perlapisan.

4.2.3.4. Penentuan Umur

Penentuan umur Wonosari didasarkan pada kandungan fosil foraminifera planktonik yang terdapat pada kalsilutit dengan kandungan foraminifera planktonik berupa *Orbulina suturalis*, *Globigerina praebuloides*, *Globigerinoides trilobus*, *Globorotalia praefohsi*, *Globorotalia peripherorondci*, *Orbulina universa*, *Globoguardina altispira*, *Globigerinoides subquadratus*, *Globorotalia mayeri*, *Globorotalia fohsi*, *Sphaeroidinellopsis subdehiscens*. Dari hasil analisa tersebut didapatkan kisaran umur relative formasi wonosari yaitu pada Miosen Tengah atau N11-N13.

4.2.3.5. Lingkungan dan Mekanisme Pengendapan

Berdasarkan analisa palentologi dari contoh batuan yang diambil didapatkan kandungan fosil foraminifera bentonik antara lain *Nodosaria* sp, *Sphionina bradyana*, *Cibicides floridanus*, *Dentalina* sp, *Cassidulina subglobosa*. Dari hasil kandungan fosil foraminifera bentonik tersebut menunjukkan kisaran kedalaman antara 15- 650 meter atau terletak pada zona batimetri Neritik Tepi- Bathial Atas.

Mekanisme pengendapan dari formasi Wonosari adalah pengendapan batugamping terumbu dan pengendapan hasil rombakan dari terumbu dengan indikasi berupa batugamping dengan perlapisan yang baik sehingga menunjukkan bahwa satuan ini diendapkan pada lingkungan yang relatif tenang dan dangkal



Gambar 4.17 Singkapan batugamping terumbu Wonosari di Nglampengan (LP 77) arah kamera menghadap barat.



Gambar 4.18 Singkapan batugamping berlapis Wonosari di Seropan Satu (LP 17) arah kamera menghadap utara

4.3. Struktur Geologi Daerah Telitian

Struktur geologi yang dijumpai pada daerah telitian berupa kekar dan sesar . Pada daerah telitian ditemukan kekar yaitu kekar gerus serta satu sesar.

4.3.1. Struktur Kekar

Struktur kekar adalah struktur geologi yang diakibatkan oleh adanya gaya, baik itu berupa tekanan (*pressure*) ataupun tarikan (*tension*) yang mengakibatkan suatu benda mengalami rekahan.



Gambar 4.19 Struktur kekar pada batupasir Sambipitu di sungai Urang (LP 94)
arah kamera menghadap barat

Tabel 4.4 Data Pengukuran Kekar ($N...^{\circ}E/..^{\circ}$)

340/61	279/46	261/48	338/44	273/45
321/54	336/48	259/47	342/58	343/47
334/51	327/47	264/51	251/47	268/42

Berdasarkan atas penyebab dan bentuknya, maka pada daerah telitian penulis mengelompokkan kekar pada sistematik. Kekar ini termasuk dalam kekar gerus dapat digunakam untuk menentukan arah gaya tegasan utamanya.

Pada lokasi pengamatan 94 yaitu pada batuan batupasir dijumpai adanya struktur kekar, yakni kekar gerus. Berdasarkan hasil analisis menggunakan diagram roset maka didapatkan bahwa kekar pada lokasi pengamatan memiliki orientasi arah umum dengan arah tegasan utama terbesar $N335^{\circ}E$ dan tegasan utama terkecil $N275^{\circ}E$

4.3.2. Struktur Sesar

Pada daerah penelitian tepatnya pada lokasi pengamatan 109, ditemukan satu jenis sesar yaitu sesar turun kiri. Sesar ini terdapat pada batupasir tuff. Indikasi keberadaan struktur sesar ini di lapangan adalah ditemukannya bidang sesar dan gores garis pada lokasi pengamatan. Berdasarkan hasil pengukuran dilapangan, dari data gores garis yang diukur dilapangan dan telah dianalisa menggunakan stereo net, maka

kedudukan bidang sesar adalah $N 034^{\circ} E/72^{\circ}$. Sesuai dengan klasifikasi Rickard, 1972 dengan data berupa dip bidang sesar sebesar rake 56 plunge, bearing 49, $N 098^{\circ} E$, maka penulis menafsirkan jenis sesar yang terdapat pada lokasi pengamatan 109 Adalah *Left Normal Slip Fault* (Rickard, 1972).



Gambar 4.20 Struktur sesar pada batupasir di Desa Pancuran (LP 109) arah kamera menghadap tenggara.



Gambar 4.21. Hasil Analisis Struktur Sesar

4.4. Sejarah Geologi Daerah Telitian

Sejarah Geologi daerah Dlingo dan sekitarnya, kecamatan Dlingo, kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, dimulai pada kala Miosen Awal dimana pada saat itu daerah telitian merupakan laut dalam, serta terjadi kegiatan vulkanisme yang menyebabkan material-material yang ada pada lereng cekungan mengalami longsoran yang menyebabkan terjadinya arus turbidit yang kemudian menghasilkan sedimentasi.

Diawali dari terendapkannya Formasi Nglanggran pada kala Miosen Awal yang diendapkan pada lingkungan laut dalam dan disertai longsoran bawah laut yang diendapkan dengan arus turbidit. Litologi yang menyusun daerah ini adalah breksi andesit dengan batupasir tuff.

Kemudian pada kala Miosen Awal – Miosen Tengah anatar N8-N9 terjadi proses sedimentasi yang diendapkan formasi Sambipitu secara selaras di atas Formasi Nglanggran pada lingkungan Neritik luar- Bathial bawah yaitu pada kedalaman 150- 1250 meter. Formasi Sambipitu diendapkan dengan mekanisme arus turbidit. Litologi penyusun batuan ini adalah perselingan batupasir karbonatan dan batulempung karbonatan , perselingan batupasir dan batulempung, batupasir tuff dan sisipan konglomerat.

Setelah Formasi Nglanggran dan Formasi Sambipitu diendapkan, kemudian terbentuk kekar - kekar akibat kompresi dan terjadi pengangkatan dan selanjutnya terjadi gaya dengan arah tegasan utama yaitu Utara Selatan yang menyebabkan terbentuknya sesar, dengan arah barat daya timur laut.

Kemudian pada kala Miosen Tengah antara N11-N13, terjadi pertumbuhan terumbu - terumbu koral yang diendapkan secara tidak selaras di atas formasi Sambipitu. Sejalan dengan pertumbuhan terumbu - terumbu koral diikuti pula dengan proses abrasi pada tubuh koral tersebut. Hasil dari rombakan terumbu diendapkan pada lingkungan yang relatif tenang dan dangkal, sehingga menghasilkan batuan dengan perlapisan yang baik. Formasi Wonosari terendapkan pada lingkungan Neritik Tepi-Bathial Atas pada kedalaman 15-650 meter, litologi penyusun formasi ini adalah batugamping terumbu dan batugamping berlapis.

Setelah Formasi Wonosari diendapkan terjadi pengangkatan yang menyebabkan Formasi Nglanggran, Formasi Sambipitu dan Formasi Wonosari terangkat dan tersingkap di permukaan sehingga dapat dilihat seperti pada keadaan sekarang.

4.5. Kondisi Geologi Teknik Daerah Telitian

Sampel tanah yang diambil di lapangan kemudian diuji di laboratorium mekanika tanah sehingga di dapatkan sifat fisik dan mekanik tanah. Pengujian contoh tanah sebanyak 8 sampel. Di bawah ini adalah contoh perhitungan dari hasil pengujian sifat fisik tanah, pada sampel batuan, sebagai berikut :

4.5.1. Sifat Fisik Tanah

Uji laboratorium yang dibutuhkan untuk mengetahui sifat-sifat fisik tanah adalah untuk mengetahui indeks properties dari tanah, antara lain : Kadar air (*Water content*), berat isi tanah, dan berat volume kering,

4.5.1.1. Kadar Air

Kadar air/*water content* (*w*) adalah perbandingan antara berat air dengan berat butir tanah (*Wesley*, 1977) yang dinyatakan dalam prosen. Pengukuran kadar air di laboratorium dilakukan dengan mengikuti standar ASTM D2216/71 (Tabel 4.4). Nilai kadar air (*w*) dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Dengan :

W = Berat tanah basah
 W_w = Berat tanah kering
 W_s = Berat air

Contoh Perhitungan :

Dari pengambilan sampel MBN 1A pada LP 116 , diperoleh data dan hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.5. Contoh perhitungan analisis kadar air

1	No. cawan timbang		58	109	145
2	Berat cawan kosong	W_1 gram	24.30	24.55	21.54
3	Berat cawan + tanah basah	W_2 gram	63.47	64.55	53.71
4	Berat cawan + tanah kering	W_3 gram	53.45	53.19	44.99
5	Berat air	$(W_2 - W_3)$ gram	10.02	11.36	8.72
6	Berat tanah kering	$(W_3 - W_1)$ gram	29.15	28.64	23.45
7	Kadar air	$\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%$	34.374	39.665	37.186
8	Kadar air rata-rata		37.075 %		

Tabel 4.6. Hasil analisis kadar air

No. Sampel	Lokasi	Sifat Keteknikan Dasar	
		Litologi	Kadar Air / w (%)
MBN 1A	LP 116	Soil lapukan tuff	37.075%
MBN 1B	LP 116	Soil lapukan tuff	33.120 %
MBN 2A	LP 117	Soil lapukan gamping	32.620%
MBN 2B	LP 118	Soil lapukan gamping	52.451%
MBN 3A	LP 118	Soil lapukan breksi	56.779 %
MBN 3B	LP 118	Soil lapukan breksi	58.790 %
MBN 4A	LP 119	Soil lapukan pasir	41.566%
MBN 4B	LP 119	Soil lapukan pasir	40.546 %

Tingginya nilai kadar air dapat mengindikasikan rongga butiran atau porositas batuan atau tanah banyak terisi air sehingga mengurangi daya dukung tanah pada lokasi tersebut.

4.5.1.2. Berat Isi Tanah

Berat isi tanah merupakan perbandingan antara berat tanah basah dengan volume wadah yang dinyatakan dalam gr/cc (Tabel 4.5). Berat isi tanah (γ) dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Berat isi tanah}(\gamma) : \frac{W}{V}$$

Dengan :

γ = Berat isi tanah

W = Berat tanah basah

V = Volume wadah

Tabel 4.7. Hasil Analisis berat isi tanah (γ)

No. Sampel	Lokasi	Sifat Keteknikan Dasar	
		Litologi	Berat Isi Tanah (γ)
MBN 1A	LP 116	Soil lapukan tuff	1.715gr/cc
MBN 1B	LP 116	Soil lapukan tuff	1.722gr/cc
MBN 2A	LP 117	Soil lapukan gamping	1.691gr/cc
MBN 2B	LP 118	Soil lapukan gamping	1.695gr/cc
MBN 3A	LP 118	Soil lapukan breksi	1.336gr/cc
MBN 3B	LP 118	Soil lapukan breksi	1.432gr/cc
MBN 4A	LP 119	Soil lapukan pasir	1.523gr/cc
MBN 4B	LP 119	Soil lapukan pasir	1.457gr/cc

Dari berat volume lembab atau basah kita dapat mengetahui seberapa kandungan air yang berada dalam rongga atau pori tanah daerah telitian. Dari hasil analisa pengujian laboratorium mekanika tanah didapatkan hasil 1.432 gr/cc - 1.722 gr/cc pada sampel undisturb.

4.5.1.3. Berat Isi Kering

Berat isi kering adalah perbandingan antara berat butiran dengan volume total tanah yang dinyatakan dalam gr/cm^3 (Tabel 4.6). Nilai berat isi kering (γ_d) dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$\text{Berat Isi Kering } (\gamma_d) : \frac{\gamma}{1+w}$$

Dengan

γ_d = Berat isi kering

γ = Berat isi tanah

w = Kadar air

Perhitungan :

Dari pengambilan sampel MBN 1 A pada LP 116, diperoleh data dan hasil perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Berat isi kering } (\gamma_d) &= \frac{\gamma}{1+w} \\ &= \frac{1.715}{1+0.37075} \\ &= 1.252\text{gr/cc} \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Hasil analisis berat isi kering (γ_d)

No. Sampel	Lokasi	Sifat Keteknikan Dasar	
		Litologi	Berat Isi Kering (γ)
MBN 1A	LP 116	Soil lapukan pasir tuff	1.252gr/cc
MBN 1B	LP 116	Soil lapukan pasir tuff	1.294gr/cc
MBN 2A	LP 117	Soil lapukan gamping	1.275gr/cc
MBN 2B	LP 118	Soil lapukan gamping	1.112gr/cc
MBN 3A	LP 118	Soil lapukan breksi	0.852gr/cc
MBN 3B	LP 118	Soil lapukan breksi	0.902gr/cc
MBN 4A	LP 119	Soil lapukan pasir	1.076gr/cc
MBN 4B	LP 119	Soil lapukan pasir	1.036gr/cc

Dari hasil pengujian laboratorium mekanika tanah didapatkan nilai berat isi kering antara 0.852 gr/cc-1.294 gr/cc untuk sampel undisturb.

4.5.2. Sifat Mekanik Tanah

Uji laboratorium yang dibutuhkan untuk mengetahui sifat – sifat mekanik atau keteknikan tanah antara lain : Uji geser langsung (*Direct shear test*).

4.5.2.1. Uji Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Uji ini dimaksudkan untuk menentukan nilai kekuatan geser tanah dengan mengubah–ubah tegangan axial pada beberapa contoh. Kuat geser adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir – butir tanah terhadap desakan atau tarikan (Tabel 4.5). Dengan dasar pengertian ini, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh :

1. Kohesi tanah yang tergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan vertikal yang bekerja pada bidang geserannya.
2. Gesekan antara butir – butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan vertikal pada bidang geserannya.

Parameter kuat geser tanah ditentukan dari pengujian – pengujian laboratorium pada benda uji yang diambil dari lapangan yang dianggap mewakili. Tanah yang diambil dari lapangan harus diusahakan tidak berubah kondisinya, terutama pada contoh asli (*undisturb*), dimana masalahnya adalah harus menjaga kadar air dan susunan tanah di lapangannya supaya tidak berubah.

Tabel 4.9. Penunjukan Dial

Penunjukan Dial (x0.01mm)	Harga Tera (Kg)
25	11.7
50	23.4
75	35.1
100	40.8
125	58.5
150	69.9
175	81.3
200	93.0

Tegangan normal : $\tau n = \frac{M}{A}$

Dengan : σn = Tegangan normal

M = Massa

A = Area

Tegangan geser: $\tau = \frac{P}{A}$

Dengan :

τ = Tegangan geser

P = Tekanan terbesar

A = Luas cincin

Dari pengambilan sampel MBN 1 A pada LP 116, diperoleh data dan hasil perhitungan sebagai berikut :

Diameter	= 6.355 cm	Area	= 31.720 cm ²
Heigth	= 2.150 cm	Volume	= 68.5133 cm ³

➤ $\sigma n = 0.250 \text{ kg/cm}^2$

$M = \sigma n \times A$

$= 0.250 \text{ kg/cm}^2 \times 31.720 \text{ cm}^2$

$= 7.88 \text{ Kg}$

➤ Diketahui dial 26

25 = 11.7 Kg

26 = x (tekanan terbesar)

x = 304.2 Kg

25

x = 12.1680 Kg

➤ Tegangan geser

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{12.1680 \text{ kg}}{31.720 \text{ cm}^2} \\ &= 0.3836 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Tabel 4.10. Hasil analisis uji geser langsung

No. Sampel	Lokasi	Sifat Mekanik	
		C (kg/cm ²)	θ (°)
MBN 1A	LP 116	0.282	23.40
MBN 1B	LP 116	0.345	21.48
MBN 2A	LP 117	0.280	23.89
MBN 2B	LP 118	0.182	14.61
MBN 3A	LP 118	0.282	22.36
MBN 3B	LP 118	0.280	25.97
MBN 4A	LP 119	0.400	20.91
MBN 4B	LP 119	0.240	24.39

4.6. Curah Hujan

Keadaan iklim, topografi wilayah, dan perputaran atau pertemuan arus angin dapat mempengaruhi curah hujan, Salah satu data sekunder yang digunakan dalam menganalisa atau mengintrepetasikan akan terjadinya longsoran adalah peran curah hujan (Gambar 4.23), sehingga banyaknya curah hujan menjadi beragam menurut letak dan waktunya. Pada daerah telitian rata-rata curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember dan Januari. Dari data yang peneliti dapatkan di BPS Daerah Istimewa Yogyakarta didapatkan dari data sebagai berikut :

Tabel 4.11 Data curah hujan di Kecamatan Dlingo tahun 2009

Bulan	Curah Hujan (mm)	Hari Hujan	Rata-rata/hari
1. Januari	390	16	24.374mm/hari
2. Februari	450	11	40.909 mm/hari
3. Maret	300	6	50 mm/hari
4. April	110	6	18.33 mm/hari
5. Mei	190	8	23.75 mm/hari
6. Juni	25	2	12.5 mm/hari
7. Juli	-	-	-
8. Agustus	-	-	-
9. September	-	-	-
10. Oktober	20	1	20mm/hari
11. November	170	8	21.25 mm/hari
12. Desember	240	9	26.666 mm/hari
Jumlah	157	6	26 mm/hari

Sumber Data : Dinas Pengairan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

4.7. Penggunaan Lahan

Secara umum tata guna lahan di daerah penelitian berupa pemukiman, sawah tadah hujan, tanah ladang, kebun, air tawar, belukar/semak, hutan,

- Pemukiman: menyebar di daerah telitian, di sepanjang jalan utama yang menghubungkan setiap wilayah di daerah penelitian, sebagian pada lereng dengan pola yang mengelompok. Wilayah pemukiman menempati 22.3% dari luas peta pada daerah penelitian atau sekitar 4.87 km² dengan kemiringan landai-agak curam.
- Persawahan: Sawah banyak terdapat pada bagian tepian sungai. Sawah pada daerah penelitian terdiri dari sawah tadah hujan. Satuan lahan ini menempati daerah dengan kemiringan landai-agak curam. Luas penyebaran penggunaan lahan ini 23.05% dari luas peta pada daerah penelitian atau sekitar 4.17 km².
- Perladangan: banyak terdapat di daerah telitian, dengan luas 35.02% dari wilayah penelitian atau sekitar 5.83 km², didominasi oleh tanaman ketela, dan buah-buahan.
- Perkebunan: Lahan ini banyak terdapat di lereng daerah telitian, menempati daerah dengan kemiringan lereng landai-curam. Penyebarannya 18.4% dari luas peta pada daerah penelitian atau sekitar 2.13 km², yang didominasi oleh sayur-sayuran.

- e. Air tawar Lahan ini terdapat di bagian bawah daerah penelitian. Lahan ini menempati 2.16% atau 0.35 km² dari daerah peneltian.
- f. Belukar/semak: Lahan ini banyak terdapat di lereng daerah telitian, menempati daerah dengan kemiringan lereng curam. Penyebarannya 32.4% dari luas peta pada daerah penelitian atau sekitar 5.39 km².
- g. Perhutanan Lahan ini terdapat di lereng daerah telitian, menempati daerah dengan kemiringan lereng curam. Penyebarannya 2.5% atau 0.5 km² dari daerah peneltian.

BAB V

ANALISIS KESTABILAN LERENG

Secara umum informasi mengenai kestabilan lereng sangat diperlukan baik pada lereng alami maupun lereng buatan karena lereng yang tidak stabil bisa membahayakan bagi manusia. Apalagi jika lereng-lereng yang tidak stabil bisa terletak dekat dengan pemukiman masyarakat, lahan- lahan pertanian dan perkebunan karena bisa merugikan masyarakat sekitar dan dapat menimbulkan korban jiwa serta kerugian material.

Faktor - faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng penting untuk diketahui karena merupakan acuan dalam melakukan upaya penanggulangan. Faktor - faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng pada dasarnya dibedakan menjadi 2 faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam yang mempengaruhi kestabilan lereng antara lain morfologi daerah tersebut, struktur geologi, litologi yang menyusun daerah tersebut meliputi sifat fisik dan sifat mekanik tanah yang ada di daerah penelitian. Dalam hal ini parameter yang paling penting untuk analisa kestabilan lereng adalah geometri lereng, kohesi, sudut geser dalam dan berat isi tanah. Faktor manusia yang mempengaruhi kestabilan lereng antara lain pemotongan lereng untuk perumahan, penggundulan hutan dan pembuatan lahan pertanian di lereng lereng yang curam dengan sistem irigrasi yang kurang baik.

Kestabilan lereng akan tercapai apabila gaya penahan lebih besar dari gaya penggerak. Adapun yang termasuk gaya penahan antara lain sudut geser dalam dan kohesi sedangkan untuk gaya penggerak antara lain gravitasi, berat isi tanah dan sudut lereng.

5.1. Analisis Lereng

Setelah melakukan pemetaan dan pengamatan di daerah telitian, peneliti melakukan analisis pada 4 lereng yang tersebar di beberapa tempat yang berbeda. Kejadian gerakan tanah atau gerakan massa ini terdapat pada lapukan batuan dari pasir tuff, lapukan batuan dari breksi dan lapukan batuan dari gamping. Pengambilan sampel *undisturb* untuk analisis faktor keamanan lereng dilakukan pada bulan Mei 2011, dimana intensitas hujannya tidak terlalu tinggi.

Penambahan jumlah air yang masuk akan memperkecil nilai dari kohesi dan sudut geser dalam.

Tabel 5.1 Sifat keteknikan tanah dan hasil uji geologi teknik

A. Satuan Batuan batupasir tuff (Formasi Nglanggran)	
Kadar air (W _n)	37.075%
Berat isi (γ _n)	1.715 gr/cc
Berat isi kering (γ _d)	1.252 gr/cc
Kohesi (c)	0.282 kg/cm ²
Sudut geser dalam (φ)	23.40 ⁰
B. Satuan Batuan batugamping (Formasi Wonosari)	
Kadar air (W _n)	32.620%
Berat isi (γ _n)	1.691gr/cc
Berat isi kering (γ _d)	1.275 gr/cc
Kohesi (c)	0.280 kg/cm ²
Sudut geser dalam (φ)	23.89 ⁰
C. Satuan Batuan Breksi vulkanik (Formasi Nglanggran)	
Kadar air (W _n)	56.779%
Berat isi (γ _n)	1.336gr/cc
Berat isi kering (γ _d)	0.852gr/cc
Kohesi (c)	0.282 kg/cm ²
Sudut geser dalam (φ)	22.36 ⁰
D. Satuan Batuan Batupasir (Formasi Sambipitu)	
Kadar air (W _n)	41.566%
Berat isi (γ _n)	1.523gr/cc
Berat isi kering (γ _d)	1.076gr/cc
Kohesi (c)	0.4 kg/cm ²
Sudut geser dalam (φ)	20.91 ⁰

5.1.1. Analisis lereng LP 116

Jenis gerakan masa tanah pada lokasi pengamatan 116 (MBN 01) termasuk ke dalam jenis gerakan *Debris Slide* dengan dimensi lereng sebagai berikut :

Tinggi lereng = 7.1 m

Slope = 36^0

lebar lereng = 10 m

Berdasarkan uji laboratorium sifat fisik dan mekanik tanah dari sample *undisturb* didapatkan hasil sebagai berikut:

Material longsor = soil lapukan pasir tuff

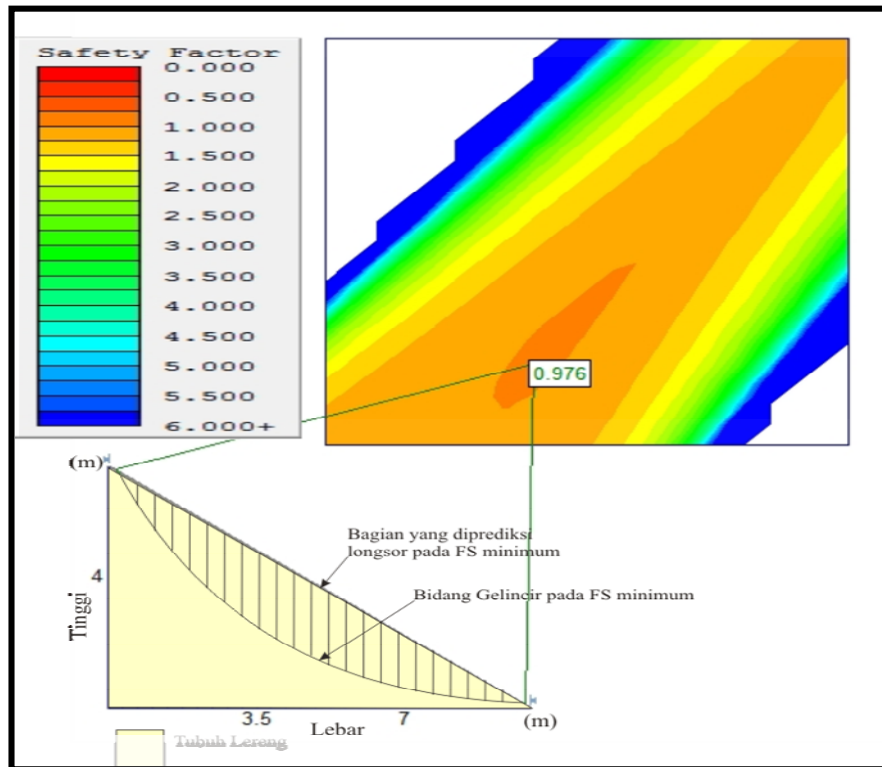
Cohesi = 0.282 kg/cm^2

σ (Sudut geser dalam) = 23.40^0

berat isi tanah (γ) = 1.715 gr/cc



Gambar 5.1 Jenis gerakan tanah *debris slide* yang diambil pada daerah Seropan Satu pada LP 116, arah kamera N 143^0 E



Gambar 5.2 Analisis faktor keamanan lereng menggunakan *software Slide*

Berdasarkan analisis faktor keamanan lereng didapatkan nilai FS sebesar 0.976 dan termasuk dalam kelas labil dengan kemungkinan longsor biasa terjadi.

5.1.2 Analisis lereng LP 117

Jenis gerakan masa tanah pada lokasi pengamatan 117 (MBN 02) termasuk ke dalam jenis gerakan *Debris Slide* dengan dimensi lereng sebagai berikut :

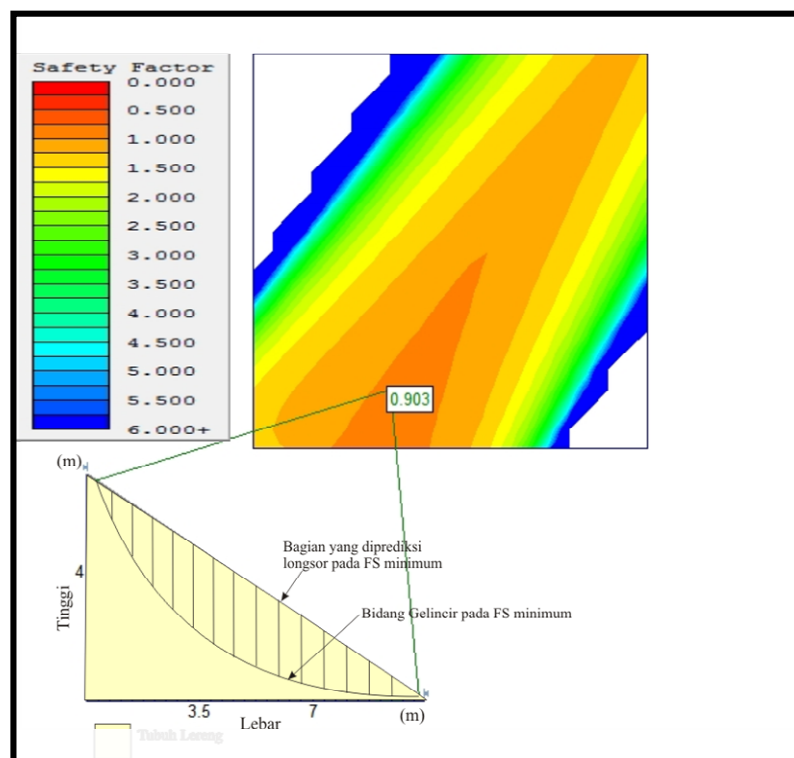
Tinggi lereng = 7.3 m
 Slope = 37^0
 lebar lereng = 10.5 m

Berdasarkan uji laboratorium sifat fisik dan mekanik tanah dari sample *undisturb* didapatkan hasil sebagai berikut:

Material longsor = soil lapukan gamping
 Kohesi = 0.280 kg/cm^2
 σ (Sudut geser dalam) = 23.89
 berat isi tanah (γ) = 1.691 gr/cc



Gambar 5.3 Jenis gerakan tanah *debris slide* yang diambil pada daerah desa Seropan Satu pada LP 117, arah kamera N 253⁰ E



Gambar 5.4 Analisis faktor keamanan lereng menggunakan *software Slide*

Berdasarkan analisis faktor keamanan lereng didapatkan nilai FS sebesar 0.903 dan termasuk dalam kelas labil dengan kemungkinan longsor biasa / sering terjadi.

5.1.3. Analisis lereng LP 118

Jenis gerakan masa tanah pada lokasi pengamatan 118 (MBN 03) termasuk ke dalam jenis gerakan *Debris Slide* dengan dimensi lereng sebagai berikut :

Tinggi lereng = 10.3 m

Slope = 56°

lebar lereng = 19 m

Berdasarkan uji laboratorium sifat fisik dan mekanik tanah dari sample *undisturb* didapatkan hasil sebagai berikut:

Material longsor = soil lapukan breksi

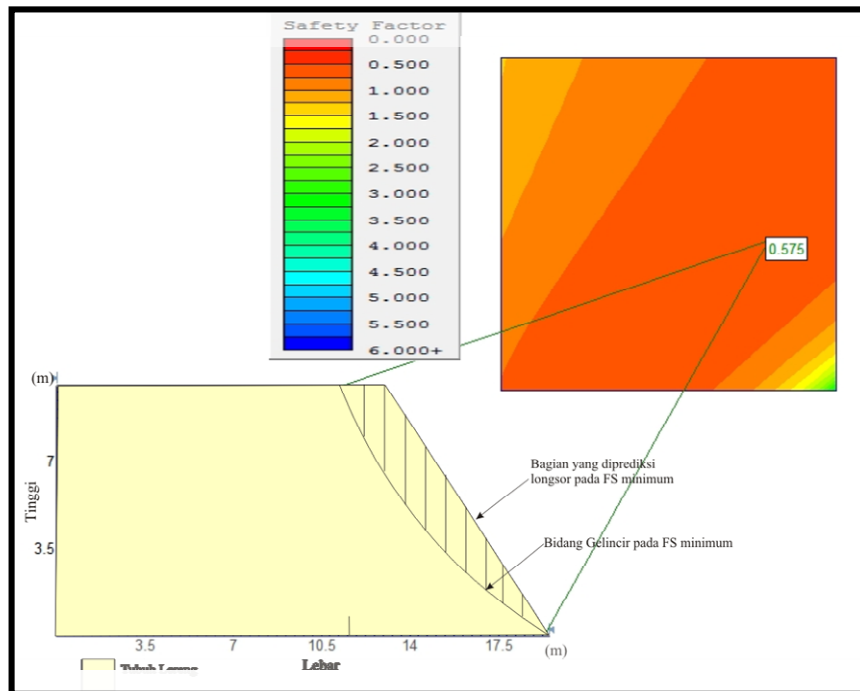
Cohesi = 0.282 kg/cm^2

σ (Sudut geser dalam) = 22.36°

berat isi tanah (γ) = 1.336 gr/cc



Gambar 5.5 Jenis gerakan tanah *debris slide* yang diambil pada daerah desa Sangrahan Dua pada LP 118, arah kamera N 269° E



Gambar 5.6 Analisis faktor keamanan lereng menggunakan *software Slide*

Berdasarkan analisis faktor keamanan lereng didapatkan nilai FS sebesar 0.575 dan termasuk dalam kelas labil dengan kemungkinan longsor biasa terjadi.

5.1.4. Analisis lereng LP 119

Jenis gerakan masa tanah pada lokasi pengamatan 119 (MBN 04) termasuk ke dalam jenis gerakan *Debris Slide* dengan dimensi lereng sebagai berikut :

Tinggi lereng = 11.5 m

Slope = 44°

lebar lereng = 21 m

Berdasarkan uji laboratorium sifat fisik dan mekanik tanah dari sample *undisturb* didapatkan hasil sebagai berikut:

Material longsor = soil lapukan pasir

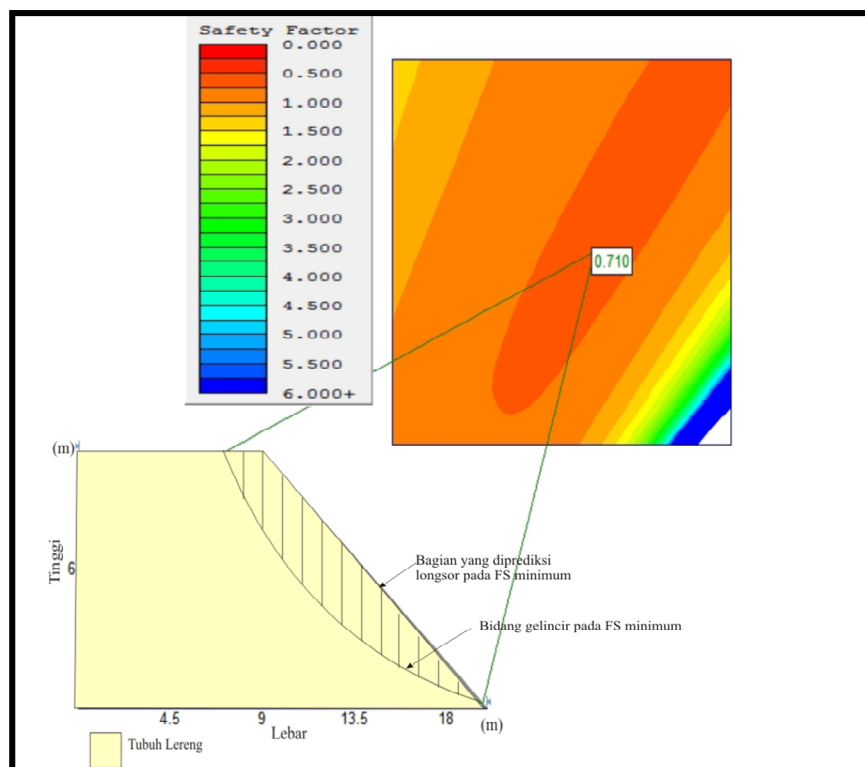
Cohesi = 0.4 kg/cm^2

σ (Sudut geser dalam) = 20.91°

berat isi tanah (γ) = 1.523 gr/cc



Gambar 5.7 Jenis gerakan tanah *debris slide* yang diambil pada daerah desa Muntuk pada LP 119, arah kamera N 015⁰ E.



Gambar 5.8 Analisis faktor keamanan lereng menggunakan *software Slide*

Berdasarkan analisis faktor keamanan lereng didapatkan nilai FS sebesar 0.710 dan termasuk dalam kelas labil dengan kemungkinan longsor biasa terjadi.

Analisis faktor keamanan lereng menggunakan *software Slide 5.0* dengan metode *Fellini*. Program ini mengolah data dengan memasukkan data dimensi lereng (2D), kohesi, sudut geser dalam dan berat isi tanah (*unit weight*). Setelah input data maka komputer akan memproses sehingga akan keluar nilai dari faktor keamanannya.

Tabel 5.2. Faktor Keamanan Lereng

LP	Lokasi	FS	Klas	Analisis
116	Seropan Satu	0.976	Labil	Biasa terjadi
117	Seropan Satu	0.903	Labil	Biasa terjadi
118	Sangrahan Dua	0.575	Labil	Biasa terjadi
119	Muntuk	0.710	Labil	Biasa terjadi

5.2 Pengaruh Sifat keteknikan tanah terhadap gerakan tanah

Kondisi fisik dan mekanik tanah akan sangat mempengaruhi terhadap faktor kestabilan lereng :

- Besarnya nilai kadar air pada daerah telitian yang mempunyai nilai 32.620 - 58.790 % dimungkinkan untuk terjadinya gerakan tanah, karena akan mempengaruhi sifat fisik dan mekanik tanah. Apabila sifat fisik dan mekanik ini tidak dapat membentuk suatu harga tahanan geser yang cukup besar didalam tubuh lereng, sampai harga batas maksimal harga kadar air tertentu, maka akan menyebabkan lereng labil (longsor).
- Kecilnya nilai *sudut geser dalam* pada daerah telitian yang berkisar antara 14.61° - 26.56° maka dimungkinkan terjadi gerakan tanah, karena semakin besar sudut geser dalam, maka material tersebut akan lebih tahan menerima tegangan luar yang dikenakan terhadapnya selain itu rendahnya nilai kohesifitas pada daerah telitian yang berkisar antara $0.182 - 0.400 \text{ kg/cm}^2$ juga dimungkinkan terjadinya gerakan tanah karena gaya tarik menarik antar partikel dalam batuan dan tanah juga rendah.

- c. Kestabilan lereng tergantung gaya penggerak dan gaya penahan yang bekerja pada bidang gelincir. Gaya penahan adalah gaya yang menahan agar tidak terjadi longsor, sedangkan gaya penggerak adalah gaya yang menyebabkan terjadinya longsor. Perbandingan antara gaya penahan dan penyebab disebut Faktor Keamanan (FK), semakin kecil nilai FK maka gerakan tanah sering terjadi, sebaliknya semakin besar FK gerakan tanah jarang terjadi.

5.3 Pengaruh penggunaan lahan terhadap gerakan tanah

Penggunaan lahan adalah wujud dari berbagai aktivitas manusia, seperti permukiman, berkebun, berladang, dan persawahan, yang merupakan fungsi dari iklim, jenis tanah, dan kelerengan. Aktivitas manusia besar sekali pengaruhnya terhadap terjadinya gerakan tanah, terutama yang berkaitan dengan bidang konstruksi, kondisi tutupan lahan atau perubahan penggunaan lahan. Sering dijumpai pada lereng yang longsor adanya sawah basah pada tebing lereng, tegalan/kebun pada lereng terjal atau kolam-kolam air. Hal ini disebabkan karena sawah dan kolam-kolam berpotensi untuk meresapkan air ke dalam lereng, hingga tingkat kejenuhan dan tekanan hidrostatik lereng meningkat. Tegalan atau tanaman yang berakar serabut, sering pula berkaitan erat dengan kejadian gerakan tanah. Tanaman yang berakar serabut berperan mengemburkan tanah, sehingga air permukaan dapat mudah meresap ke dalam lereng dan meningkatkan tekanan air dalam tanah. Pembukaan hutan secara sembarangan, penanaman jenis pohon yang terlalu berat dengan jarak tanam terlalu rapat, permukiman, dan pemotongan tebing jalan merupakan pola penggunaan lahan yang umum di daerah longsor.

Tabel 5.3 Penggunaan lahan dan frekuensi gerakan tanah

NO	PENGUNAAN LAHAN	JUMLAH GERAKAN TANAH
1	Pemukiman	8
2	Persawahan	0
3	Perladangan	2
4	Perkebunan	1
5	Semak	0
6	Perhutanan	0

5.4 Pengaruh curah hujan terhadap gerakan tanah

Iklim merupakan faktor penting yang menyebabkan terjadinya perubahan bentuk permukaan lahan. Faktor iklim yang besar pengaruhnya terhadap gerakan massa adalah hujan dan temperatur. Hujan sebagai penyebab erosi, bertambahnya berat masa batuan yang telah lapuk, serta memperkecil gaya tarik antara batuan yang telah lapuk dengan batuan segar dibawahnya yakni dengan pembentukan bidang peluncur. Temperatur kaitannya dengan intensitas penyinaran matahari mempengaruhi terjadinya pemuaian dan penyusutan batuan sehingga mendorong batuan mengalami pelapukan., sehingga dapat disimpulkan curah hujan sangat mempengaruhi terjadinya gerakan masa karena:

1. Setelah hujan deras lalu berlangsung proses infiltrasi air hujan kedalam lereng, sehingga mengakibatkan naiknya muka air tanah dalam lereng dan mengakibatkan pengurangan kuat geser tanah/batuan pada lereng, akhirnya terjadi proses pergerakan masa tanah dalam lereng.
2. Curah hujan sebagai salah satu komponen iklim, akan mempengaruhi kadar air dan kejenuhan air. Hujan dapat meningkatkan kadar air dalam tanah lebih jauh akan menyebabkan kondisi fisik tubuh lereng berubah-ubah. Kenaikan kadar air akan memperlemah sifat fisik mekanik tanah, serta menurunnya harga kohesi tanah, sehingga kekuatan geser tanah berkurang, sedangkan bobot masa tanahnya bertambah. Seiring dengan meningkatnya bobot masa tanah maka kuat geser tanahnya akan menurun.

5.5 Pengaruh geomorfologi terhadap gerakan tanah

Faktor geomorfologi merupakan faktor pemicu terjadinya gerakan tanah. Faktor tersebut meliputi morfologi, kelerengan, kondisi lapukan litologi, intensitas erosi serta hubungan gerakan tanah dengan penggunaan lahan.

Tabel 5.4 Hubungan kendali geomorfologi terhadap gerakan tanah

NO	KENDALI GEOMORFOLOGI	GERAKAN TANAH
1	Morfografi (Bentuk morfologi)	Morfografi yang tinggi dengan klas lereng yang curam sangat berpotensi untuk terjadinya gerakan tanah. Pengaruh geologi juga berpengaruh, kondisi litologi yang belum kompak di perbukitan curam dengan tingkat lapukan yang tinggi, sehingga soil menjadi tebal. Kondisi seperti ini sangat peka untuk terjadinya gerakan tanah.
2	Morfometri (Kelerengan)	Kelerengan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam analisis gerakan tanah, karena kestabilan lereng berkurang pada morfologi berlereng terjal, sehingga mengakibatkan semakin besarnya gaya penggerak massa tanah/batuan penyusun lereng. Kestabilan lereng berkurang akibat aktivitas manusia seperti pemotongan lereng untuk jalan/pemukiman sehingga lereng terbuka. Apabila terjadi hujan dan air masuk rekahan-rekahan maka kondisi ini mudah untuk terjadi gerakan tanah/longsor.

3	Morfostruktur aktif (Erosi)	Erosi merupakan salah satu faktor yang dapat memicu terjadinya gerakan tanah. Air permukaan yang berasal dari air hujan, sebagian akan meresap kedalam tanah atau batuan melalui ruang antar butir tanah atau retakan-retakan yang terdapat pada batuan dan sebagian lagi akan mengalir di atas permukaan tanah. Akibat aliran air permukaan, dapat menimbulkan erosi terutama pada daerah-daerah berlereng terjal atau tebing aliran sungai, sehingga lereng bagian bawah menjadi lebih terjal dan dapat mempercepat terjadinya gerakan tanah pada lereng di bagian atas.
4	Morfostruktur pasif (Pelapukan litologi)	Pelapukan tanah, sifat fisik batuan dan tebal tanah merupakan salahsatu faktor alam penyebab terjadinya gerakan tanah. Perlapisan batuan yang miring ke arah luar lereng dapat menyebabkan terjadinya gerakan tanah. Batuan yang terkekarkan (retakan-retakan), merupakan zona lemah, yang merupakan salah satu jalan masuknya air ke dalam tanah, akibat adanya zona lemah adalah berkurangnya kekuatan geser batuan dalam menahan gerakan serta penjenuhan air dalam tanah/batuan dapat meningkat memicu kenaikan tekanan air pori dalam massa tanah/batuan, dan akhirnya mendorong massa tersebut untuk bergerak longsor. Jadi berdasarkan aspek geologi, mempunyai kerentanan gerakan tanah tinggi.

5.6 Pengaruh geologi struktur terhadap gerakan tanah

Faktor struktur geologi berupa kekar, sesar, akan sangat besar peranannya terhadap peristiwa gerakan tanah. Batuan yang terkekarkan (LP 94), merupakan zona lemah, yang merupakan salah satu jalan masuknya air ke dalam tanah, akibat adanya zona lemah adalah berkurangnya kekuatan geser batuan dalam menahan gerakan serta penjenuhan air dalam tanah/batuan yang dapat meningkatkan atau memicu kenaikan tekanan air pori dalam masa tanah/batuan, dan akhirnya mendorong massa tersebut untuk bergerak longsor.

5.7 Pengaruh litologi terhadap gerakan tanah

Kondisi litologi pada daerah telitian yang terdiri atas batuan breksi vulkanik, perselingan batupasir karbonatan dan batulempung karbonatan, perselingan batupasir dan batulempung, dan batugamping sangat mempengaruhi gerakan tanah yang terjadi. Pelapukan banyak terjadi pada batuan breksi vulkanik dan batupasir tuff sehingga sering terjadi gerakan tanah

5.8 Zona Kerentanan Gerakan Tanah

Zona kererentanan gerakan tanah adalah suatu zona yang mempunyai kesamaan kerentanan relatif untuk terjadi gerakan tanah. Berdasarkan data-data yang diperoleh berupa litologi, kemiringan lereng, kejadian gerakan tanah, stuktur geologi, geomorfologi, curah hujan, penggunaan lahan maka zona kerentanan gerakan tanah di daerah telitian dapat dibagi menjadi tiga zona, yaitu:

5.8.1 Zona Kerentanan Gerakan Tanah Rendah

1. Menempati satuan bentuklahan: perbukitan dengan lereng landai (3-7%).
2. Batuan penyusun: perselingan batupasir karbonatan dan batulempung karbonatan, perselingan batupasir dan batulempung, batugamping dan sisipan konglomerat
3. Penggunaan lahan: persawahan, ladang, perkebunan, pemukiman dan air tawar
4. Curah hujan rata-rata perhari pada umumnya 26 mm/hari
5. Terdapat di daerah Kali Urang, Temuwuh, Tekik, Nglampengan
6. Terdapat kekar pada LP 96 sehingga berkurangnya kekuatan geser batuan dalam menahan gerakan serta penjenahan air dalam tanah/batuan yang dapat memicu gerakan tanah
7. Gerakan tanah umumnya jarang terjadi kecuali jika mengalami gangguan pada tebing lereng

5.8.2 Zona Kerentanan Gerakan Tanah Menengah

1. Menempati satuan bentuklahan: perbukitan dengan lereng miring-agak curam (8-20%).
2. Batuan penyusun: breksi vulkanik, batupasir tuff, dan batugamping

3. Penggunaan lahan: permukiman, ladang, persawahan, perkebunan dan semak belukar
4. Curah hujan rata-rata perhari pada umumnya 26 mm/hari
5. Terdapat di daerah Sanggrahan Satu, Sanggrahan Dua, Jatimulyo, Muntuk, Banjarharjo Dua dan Karangasem
6. Gerakan tanah besar maupun kecil dapat terjadi terutama di daerah yang berbatasan dengan lembah sungai, gawir/tebing akibat pemotongan jalan atau pada lereng yang mengalami gangguan.
7. Gerakan tanah lama masih mungkin aktif bergerak kembali bila ada curah hujan yang tinggi.

5.8.3 Zona Kerentanan Gerakan Tanah Tinggi

1. Menempati satuan bentuklahan: perbukitan dengan lereng agak curam-curam (14-55%).
2. Batuan penyusun: breksi vulkanik, batupasir tuff dan batugamping
3. Penggunaan lahan: perkebunan, permukiman, ladang, sawah, semak belukar dan hutan
4. Curah hujan rata-rata perhari pada umumnya 26 mm/hari
5. Terdapat di daerah Seropan Satu, Seropan Dua dan Desa Muntuk
6. Gerakan tanah berukuran besar sampai sangat kecil telah sering terjadi dan akan cenderung sering terjadi.
7. Gerakan tanah lama dan baru masih dapat aktif bergerak kembali jika ada pemicu hujan yang tinggi dan proses erosi yang kuat dan intensif.

5.9 Penanggulangan Gerakan Tanah Dengan Metode Geoteknik

Ada beberapa pertimbangan untuk merencanakan lereng agar stabil. Dibawah ini diberikan beberapa prinsip :

1. Karena sifat dari tanah dan kondisi geologi dari masing lereng memiliki karakteristik berlainan maka solusi untuk setiap masalah tidak sama.
2. Dasar mekanika yang digunakan untuk perhitungan dari kestabilan galian maupun lereng timbunan adalah sama. Perbedaannya terletak pada pengambilan harga parameter tanah sesuai dengan jenis analisis yang dilakukan.

3. Penentuan dari cara yang tepat untuk analisis hanya merupakan satu bagian dari masalah perencanaan. Perencanaan kestabilan lereng mencakup juga penyelidikan lapangan, penelitian di laboratorium, dan pengawasan dan pengendalian mutu pekerjaan di lapangan. Rincian dari pekerjaan ini tidak dapat distandarkan karena diperlukan fleksibilitas sehubungan dengan keunikan pada masing masing masalah. Pengalaman, dan intuisi digabung dengan pengumpulan data dan teknik analisis, semuanya memberikan kontribusi pada penyelesaian masalah.
4. Masalah penanggulangan lereng yang longsor juga harus disesuaikan dengan biaya atau dana yang kiranya dapat dijangkau oleh masyarakat sekitar.

Penanggulangan bencana dapat didefinisikan sebagai suatu cara yang bertujuan untuk mengurangi dampak negatif suatu peristiwa alam terhadap lingkungan dan masyarakat yang tinggal di daerah rawan. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mempelajari karakteristik peristiwa alam dan penyebabnya, mengurangi komunitas masyarakat di daerah rawan bencana dan mengubah lingkungan tempat terjadinya suatu bencana. Mitigasi bahaya gerakan tanah atau longsor adalah segala usaha untuk mencegah, menanggulangi, atau mengurangi resiko kerugian akibat peristiwa longsor atau gerakan tanah. Untuk mitigasi bahaya gerakan tanah di daerah telitian dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu:

5.9.1 Metode Keteknikan

Adalah suatu cara yang dilaksanakan untuk meningkatkan faktor keamanan (FK) pada suatu lereng dan tanah timbunan.

Menurut *Highway Research Board* (1958 dalam Departemen Pekerjaan Umum 1986), dalam penanganan longsor ada tiga tipe pendekatan yang bisa diterapkan untuk menaikkan faktor keamanan, yaitu :

1. Menaikan gaya-gaya penahan (*resisting forces*)
2. Mengurangi gaya-gaya pendorong (*driving forces*)
3. Menghindari atau menghilangkan longsor

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan identifikasi jenis longsor maupun penyebab gerakan tanah, maka tindakan pencegahan dan penanggulangan longsor yang merusak pemukiman dan perkebunan yang paling sesuai adalah sebagai berikut :

5.9.1.1 Merubah Geometri Lereng

Membuat kemiringan lereng lebih landai merupakan perbaikan lereng yang relatif murah, tetapi jika timbunan terletak pada lereng alam yang curam, hal ini sulit dilakukan. Biasanya dilakukan pada lereng badan jalan yang berupa longsor rotasional. Perbaikan kestabilan lereng dilakukan untuk membuat lereng lebih landai, bila perbaikan lereng yang dilakukan dengan kemiringan lereng yang sama dengan kemiringan sebelumnya, maka longsor masih akan terjadi lagi. Tindakan yang harus dilakukan dalam pelandaian lereng adalah lereng yang baru harus menutupi areal longsor dan harus lebih landai dari lereng sebelumnya.

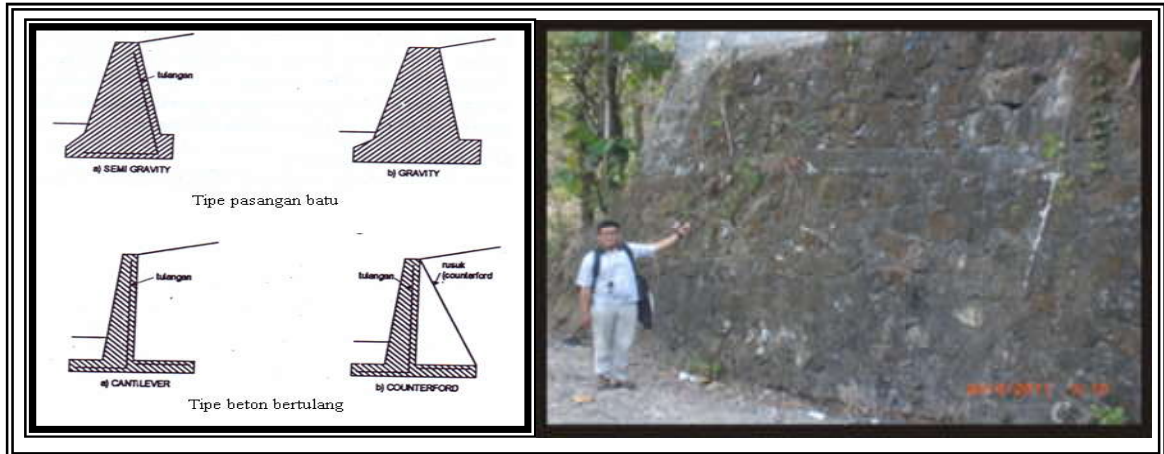
5.9.1.2 Mengendalikan Drainase dan Rembesan

Drainase permukaan dan rembesan bawah tanah pada timbunan maupun galian untuk jalan raya sering menjadi pemicu terjadinya longsor. Pengontrolan rembesan permukaan maupun bawah permukaan, sangat penting dalam mencegah keruntuhan lereng. Metode drainase sebaiknya menjadi pertimbangan awal untuk penanganan longsor lereng. Beberapa macam metode drainase dapat dilakukan dipermukaan dan bawah permukaan

5.9.1.3 Tembok Penahan (*Retaining Wall*)

Tembok penahan adalah bangunan struktural yang umumnya dibuat untuk menahan lereng alami maupun timbunan yang cukup tinggi, baik di daerah tinggian maupun daerah dataran rendah yang mempunyai perbedaan tinggi muka air normal dan muka air banjir cukup besar. Jadi tembok penahan diperlukan untuk menahan kelongsoran pada lokasi lereng maupun talud yang mempunyai perbedaan ketinggian. Yang berfungsi untuk menahan gaya penahan (*Resisting forces*).

Tembok penahan terdiri dari beberapa tipe bentuk yang ditinjau dari konstruksinya yaitu, tipe pasangan batu dan tipe beton bertulang.



Gambar 5.9 Pemasangan tembok penahan pada tebing pada jalan Seropan Satu, kamera menghadap barat laut.

5.9.2 Metode Sosialisasi

Salah satu penyebab terjadinya gerakan tanah di daerah telitian yaitu dikarenakan pembebanan oleh bangunan-bangunan yang ada di sekitar dan drainase yang tidak teratur di daerah yang mengalami gerakan tanah, sehingga perlu dilakukan pendekatan (sosialisasi) kepada masyarakat sekitar untuk tidak membangun suatu bangunan seperti yang beban massanya melebihi daya dukung yang diizinkan pada lereng tersebut, mengatur drainase dan mengurangi komunitas di daerah rawan bencana gerakan tanah juga dapat mengurangi kerugian yang diakibatkan oleh bencana tersebut.

Penanaman lereng dengan tanaman berakar tunggang dan memilih pohon yang berukuran kecil sehingga dapat menguatkan lereng dan ikatan antar partikel tanah tanpa menambah beban, misalnya kayu putih (*eucalyptus*), mahoni (*swietania macropyla*), rengas, jati, sonokembang, sonokeling.

BAB VI

KESIMPULAN

Daerah telitian memiliki geomorfologi yang menarik, keberagaman jenis litologi dan struktur geologi. Dari pemetaan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Daerah penelitian dapat dibagi menjadi empat satuan geomorfologi, yaitu: Gawir (S1), Perbukitan Homoklin (S2), Perbukitan Karst (K1), dan Tubuh Sungai (F1).
2. Jenis pola aliran yang terdapat pada daerah penelitian diklasifikasikan kedalam pola sungai subparalel. Stadium sungai yang terbentuk di daerah penelitian berupa stadium dewasa, terlihat dari bentukan berkelok-kelok, bentuk dari tebing sungai menyerupai huruf “U”, dari tanda-tanda seperti ini maka dapat dikatakan bahwa mempunyai stadium dewasa
3. Daerah telitian tersusun oleh beberapa satuan batuan dari tua ke muda adalah: Satuan batuan breksi vulkanik Nglanggran terdiri dari breksi vulkanik dan batupasir tuff, satuan batupasir Sambipitu terdiri dari perselingan batupasir karbonatan dan batulempung karbonatan, perselingan batupasir dan batulempung, batupasir tuff dan sisipan konglomerat, dan satuan batugamping Wonosari terdiri dari batugamping berlapis dan terumbu.
4. Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian terdapat kekar dan sesar turun.
5. Dari hasil analisis faktor kestabilan lereng menggunakan *software Slide 5.0* sebagai acuan untuk penentuan nilai FK yang digunakan. Gerakan tanah *Debris Slide* pada LP 116 (FK = 0.976) dan LP 117 (FK = 0.903), pada LP 118 (FK=0.575) dan LP 119 (FK =0.710). Faktor keamanan dengan kriteria labil (FK < 1,07) berada pada LP 116, LP 117, LP 118, LP 119
6. Penyebab gerakan tanah di daerah penelitian terdiri atas: sifat fisik lapukan litologi penyusun, kelerengan, curah hujan dan penggunaan lahan.
7. Berdasarkan data litologi, lereng, geomorfologi, geologi struktur, curah hujan, penggunaan lahan dan kejadian gerakan tanah didapatkan zona

kerentanan gerakan tanah. Daerah penelitian dikelompokkan menjadi 3 zona kerentanan gerakan tanah yaitu:

- a) Zona kerentanan gerakan tanah rendah, perbukitan dengan kemiringan lereng landai (3-7%) dengan batuan penyusunnya berupa perselingan batupasir karbonatan dan batulempung karbonatan, perselingan batupasir dan batulempung, batupasir tuff, batugamping dan sisipan konglomerat, penggunaan lahan persawahan, pemukiman, ladang, perkebunan dan air tawar dengan curah hujan 26 mm/ hari.
 - b) Zona kerentanan gerakan tanah menengah, perbukitan dengan kemiringan lereng yang agak curam – curam (8 – 20%) dengan batuan penyusunnya berupa breksi vulkanik, batupasir tuff dan batugamping, penggunaan lahan persawahan, pemukiman, ladang, semak belukar, dan perkebunan dengan curah hujan 26 mm/ hari.
 - c) Zona kerentanan gerakan tanah tinggi, perbukitan dengan kemiringan lereng yang curam (21-55%) dengan batuan penyusunnya rentan/berpotensi bergerak, berupa breksi vulkanik, batupasir tuff dan batugamping, penggunaan lahan pemukiman, sawah, ladang, hutan, semak belukar dan perkebunan dengan curah hujan 26 mm/ hari.
8. Untuk memperbaiki kemantapan lereng dapat dilakukan dengan macam-macam metode perbaikan lereng dengan cara merubah geometri lereng, serta mengendalikan drainase dan rembesan. Pembangunan tembok penahan serta metode sosialisasi kepada masyarakat tentang bahaya gerakan tanah serta penanggulangannya dan melakukan penghijauan / reboisasi.

DAFTAR PUSTAKA

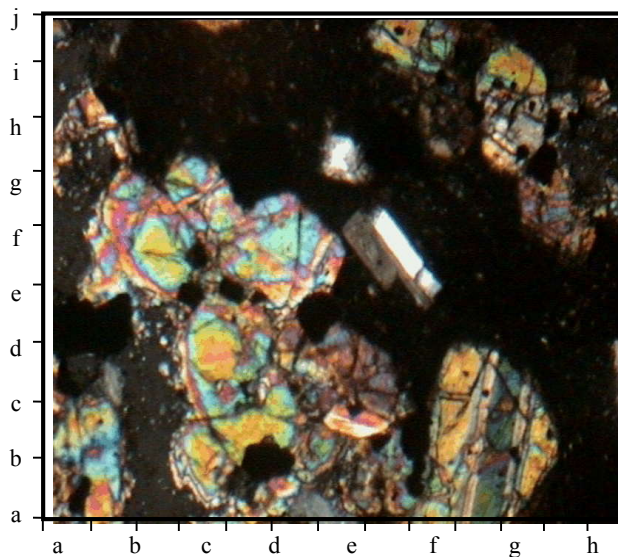
- Bowles J.E, 1991, *Sifat – Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Braja, M.D, 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik)*, Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2003, *Mekanika Tanah II*, Edisi 3, Gadjah Mada University Press,
- Hardiyatmo, H.C, 1994, *Mekanika Tanah 1*, PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Howard, A.D.1966, *Drainage Analysis in Geology Intrepretation*, AAPG Bull Vol 51 no II.
- Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia, 1996. *Sandi-Sandi Stratigrafi Indonesia*. IAGI Bandung.
- Suharyadi, 2004, *Pengantar Geologi Teknik (Edisi Keempat)*, Biro Penerbit, Yogyakarta.
- Sukartono, 2002, *Buku Panduan Geologi Teknik*, Jurusan Teknik Geologi, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional, Jogjakarta
- Terzaghi.K.,1950. *Theoritical Soil Mechanics for Civil and Mining Engineers.*, Granada. London.
- Van Bemmelen, R.W, 1949, *The Geology of Indonesia*, Volume I-A, Government Printing Office, Martinus Nidjof The Hague.
- Van Zuidam, R.A., 1983, *Guide to geomorphologic Aerial Photographic Interpretation and Mapping*, Study of Geology and Geomorphology, ITC, Enschede The Netherlands.
- Varnes, D. J., 1978, *Slope Movement and Typea of Processes in Landslides, Analysis and Control Transportation Research Board*, National Academy of Sciences, Washington D.C.
- Wartono Rahardjo, Sukandarrumidi dan H.M.D Rosidi 1997, *Peta Geologi Lembar Yogyakarta Skala 1:100000*, Bakorsurtanal.
- Wesley, L.D, 1977, *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta Selatan.



**LABORATORIUM PETROGRAFI
PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA**

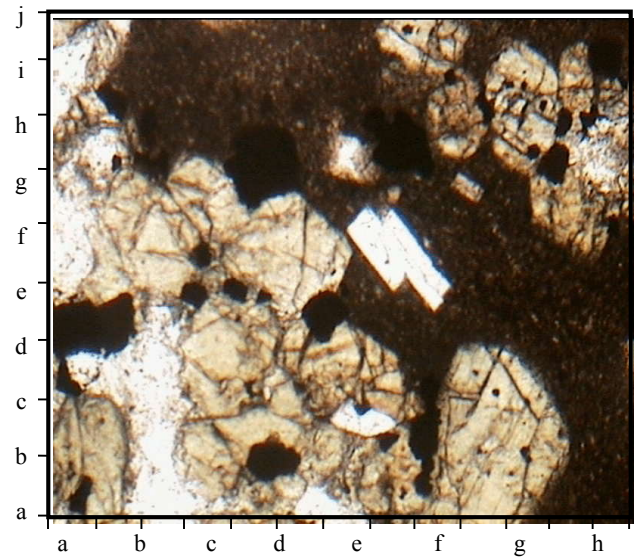
*Gedung Teknik Geologi Lt.II – Jl. SWK 104 Lingkar Utara, Condong Catur
55283*

Lokasi : LP 22
Litologi : Breksi dengan fragmen Andesit
Satuan batuan : Breksi Nglanggran
Perbesaran : 40 x



0 ————— 1 mm

X Nikol



0 ————— 1 mm

// Nikol

PEMERIAN PETROGRAFIS:

Sayatan batuan beku intermediet vulkanik, warna abu-abu, kristalinitas hipokristalin, granularitas fanerik kasar, bentuk kristal subhedral- anhedral, ukuran kristal 0,2-0,5mm relasi inequigranular fitrofirik, dengan tekstur khusus intersertal komposisi mineral terdiri dari plagioklas, piroksin, gelas, mineral opak.

KOMPOSISI MINERAL:

1. Plagioklas (70%), warna putih-abu-abu, indeks bias $n_m > n_{kb}$, relief rendah, bentuk subhedral-anhedral, kembaran Albit pada fenokris berukuran 0.3-0.5mm dengan An₄₂, jenis andesin, dan mikrolit berukuran 0.1mm dengan An₃₄ jenis andesin, hadir merata dalam sayatan.
2. Piroksen (10%), kekuningan, abu-abu pucat, relief tinggi, menunjukkan adanya dua belahan, bentuk kristal euhedral- anhedral hadir setempat dalam sayatan.
3. Mineral opak (10%), warna hitam, relief tinggi isotrop relief tinggi, bentuk kristal euhedral-anhedral hadir setempat dalam sayatan.
4. Gelas (10%) tidak berwarna, relief rendah, hadir sebagai masa dasar.

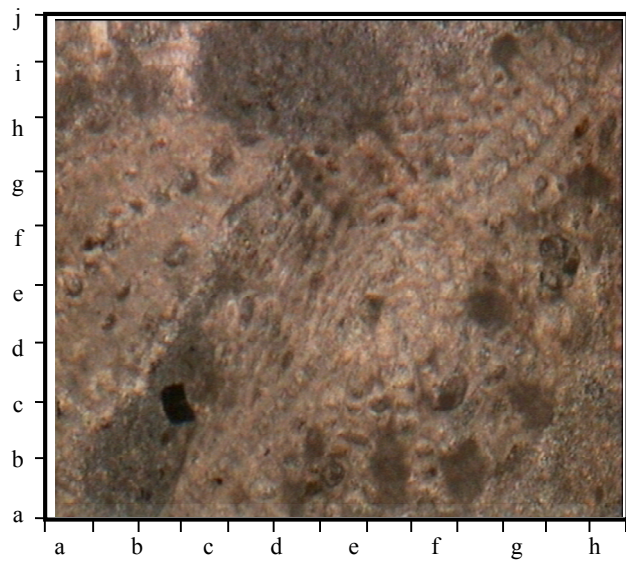
Nama Batuan : **Andesite** (Klasifikasi Williams, 1954)



**LABORATORIUM PETROGRAFI
PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA**

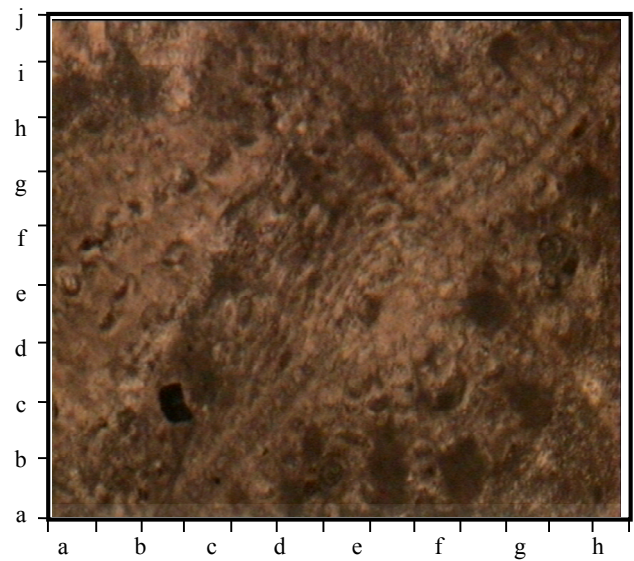
*Gedung Teknik Geologi Lt.II – Jl. SWK 104 Lingkar Utara, Condong Catur
55283*

Lokasi : LP 16
Litologi : Batugamping Klastik
Satuan batuan : Batugamping Wonosari
Perbesaran : 40 x



0 ————— 1 mm

X Nikol



0 ————— 1 mm

// Nikol

PEMERIAN PETROGRAFIS:

Sayatan tipis batuan sedimen, tekstur klastik, bewarna coklat, butiran saling menyangga (grain supported), ukuran butir 0.1-0.5mm. bentuk butir subhedral- anhedral, terpilah buruk, kemas terbuka komposisi didominasi oleh butiran fosil dengan sedikit.

KOMPOSISI MINERAL:

1. Fosil (60%) tidak bewarna, relief sedang, bentuk sebagian pecah, berukuran 0.1-0.3mm, dengan foraminifera merata dalam sayatan.
2. Feldspar (3%) warna putih, relief rendah, indeks bias $n_m > n_{kb}$ berukuran 0.1-0.2mm bentuk menyudut tangung berupa plagioklas.
3. Kuarsa (2%) tidak bewarna, relief rendah, indeks bias $n_m > n_{kb}$ berukuran 0.03-0.1mm



**LABORATORIUM PETROGRAFI
PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA**

*Gedung Teknik Geologi Lt.II – Jl. SWK 104 Lingkar Utara, Condong Catur
55283*

4. Mineral opak (3%) hitam, ukuran 0.03-0.1mm, bentuk menyudut tanggung, hadir setempat dalam sayatan
5. Mikrit (7%) tidak bewarna, relief rendah, ukuran 0.03- 0.01mm, hadir merata dalam sayatan sebagai masa dasar.
6. Sparit (5%)tidak bewarna relief rendah, hadir merata dalam sayatan sebagai smen.

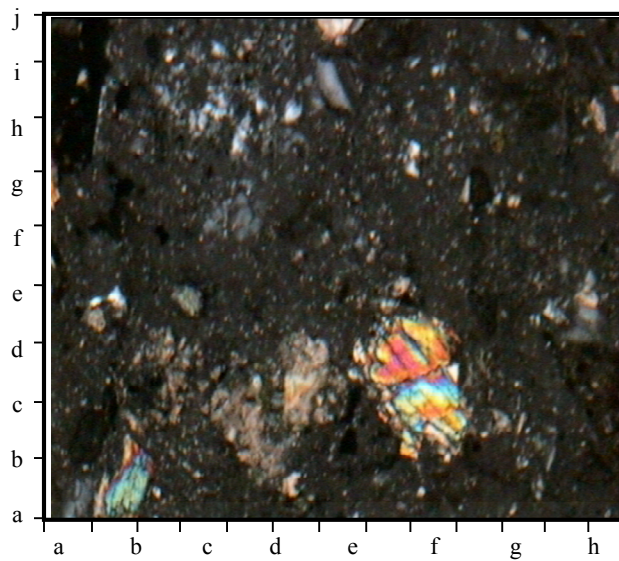
Nama Batuan : Packstone (Klasifikasi Dunham, 1962)



**LABORATORIUM PETROGRAFI
PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA**

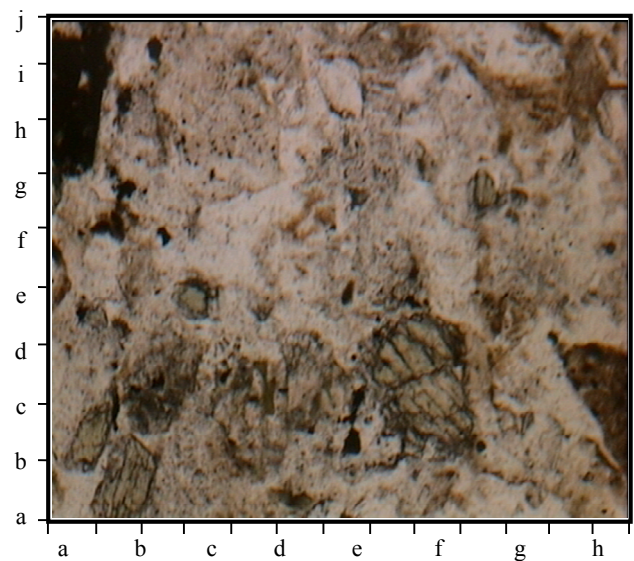
*Gedung Teknik Geologi Lt.II – Jl. SWK 104 Lingkar Utara, Condong Catur
55283*

Lokasi : LP 94
Litologi : Batupasir
Satuan batuan : Batupasir Sambipitu
Perbesaran : 40 x



0 ————— 1 mm

X Nikol



0 ————— 1 mm

// Nikol

PEMERIAN PETROGRAFIS:

Sayatan tipis batuan sedimen, tekstur klastik, bewarna coklat, ukuran butir 0.1-0.5mm Bentuk menyudut tanggung, terpilah buruk, kemas terbuka, terdiri dari lithic, plagioklas, piroksin, kuarsa, mineral opak, gelas

KOMPOSISI MINERAL:

1. Lithic (40 %) warna abu abu kecoklatan, berupa pecahan batuan beku (didominasi andesit) ukuran butir 0.1-0.5 mm bentuk menyudut tanggung
2. Plagioklas (35%) warna putih relief rendah, indeks bias $n_m > n_{kb}$, berukuran 0,05 – 0.1 mm bentuk menyudut tanggung, kembaran albit.



**LABORATORIUM PETROGRAFI
PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA**

*Gedung Teknik Geologi Lt.II – Jl. SWK 104 Lingkar Utara, Condong Catur
55283*

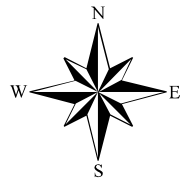
3. Piroksin (7%) warna kekuningan, indeks bias $n_m > n_{kb}$ relief sedang, pleokroisme lemah, ukuran butir 0.05-0.3 mm bentuk butir menyudut tanggung.
4. Kuarsa (1%) tidak bewarna, relief rendah, indeks bias $n_m > n_{kb}$, berukuran, 0,05-0.1mm.
5. Opak (2%) warna hitam, berukuran 0.06-0.2 mm bentuk menyudut tanggung, hadir setempat setempat dalam sayatan.
6. Gelas (15%) warna hitam, relief rendah, kehadiran menyebar sebagai masa dasar

Nama Batuan : Volcanic Arenite (Gilbert, 1954)

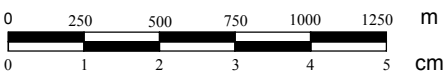
PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “ VETERAN “
YOGYAKARTA
2011



PETA GEOLOGI
DAERAH DLINGO DAN SEKITARNYA
KECAMATAN DLINGO KABUPATEN BANTUL
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA



Skala 1:25000



Oleh :
MUHAMMAD BUDIMAN
111.070.170

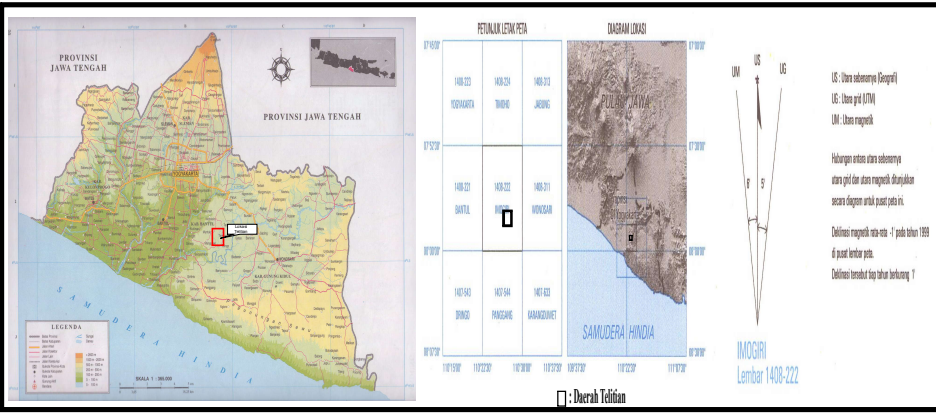
Legenda

Umur		Zonasi Blow	Formasi	Simbol
Zaman	Kala			
Tersier	Miosen	Tengah	N 11 - N 13	Wonosari
		Awal-Tengah	N 8 - N 9	Sambipitu
		Awal		Nglanggran

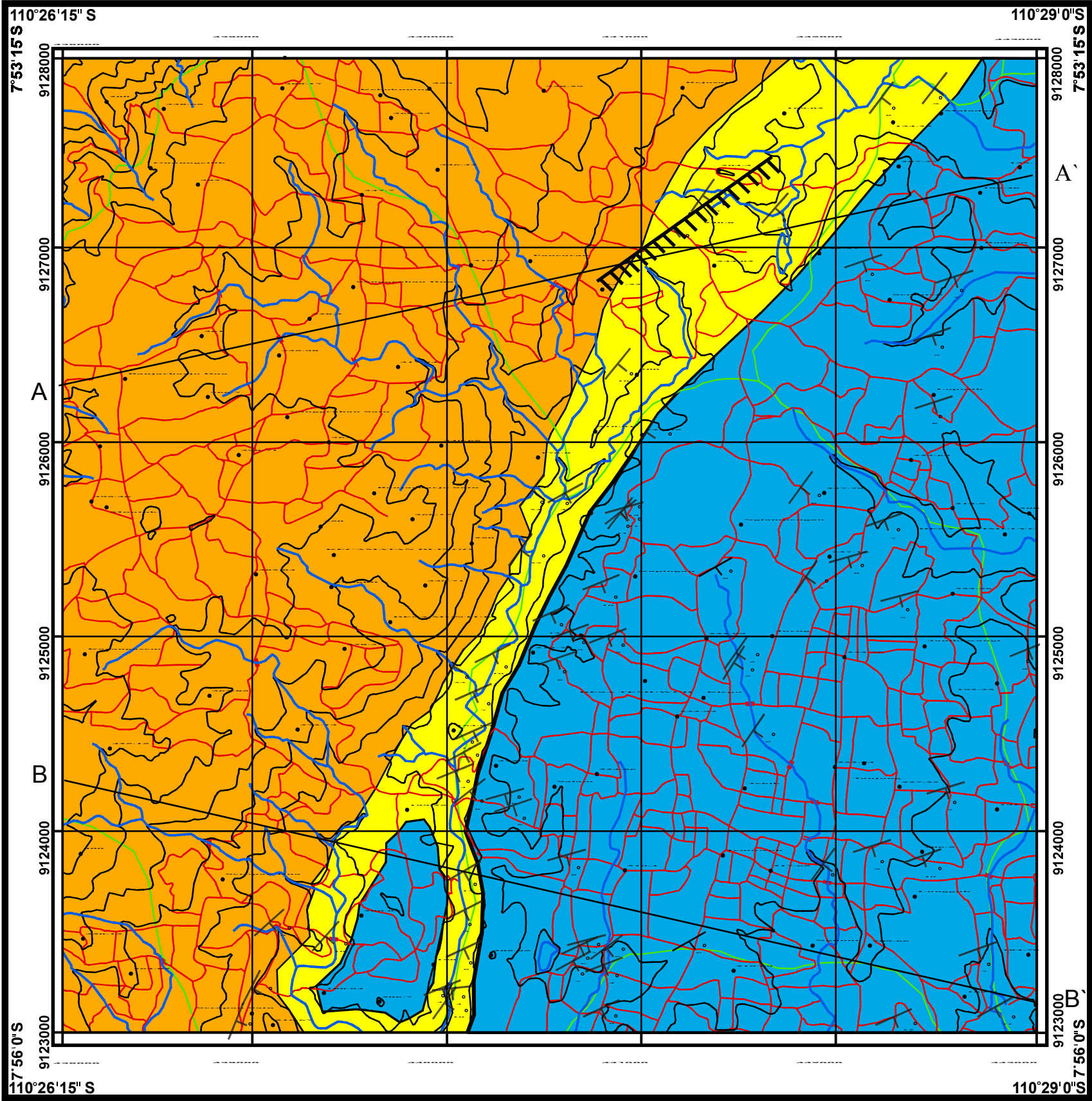
- Satuan batugamping Wonosari, terdiri dari batugamping terumbu dan batugamping klastik
- Satuan batupasir Sambipitu, terdiri dari perselingan batupasir dan batulempung, perselingan batupasir karbonatan dan batulempung karbonatan, batupasir tuff dan sisipan konglomerat
- Satuan breksi Nglanggran, terdiri dari breksi vulkanik dengan fragmen andesit dan batupasir tuff

Keterangan :

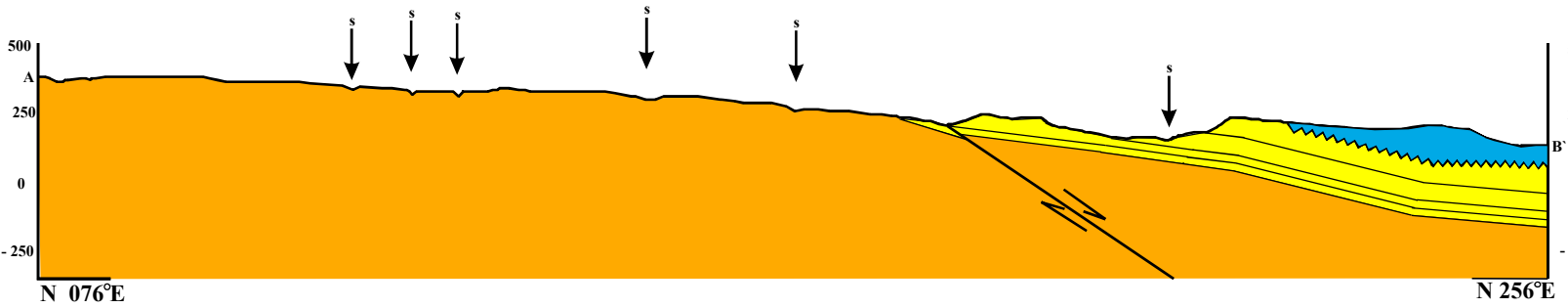
- Kontur
- Sungai
- Batas Administrasi
- Sayatan Geologi
- Sesar Normal
- Titik Ketinggian
- Jurus dan Kemiringan Bidang Kekar
- Jurus dan Kemiringan Lapisan Batuan
- Jalan
- Batas Satuan Batuan



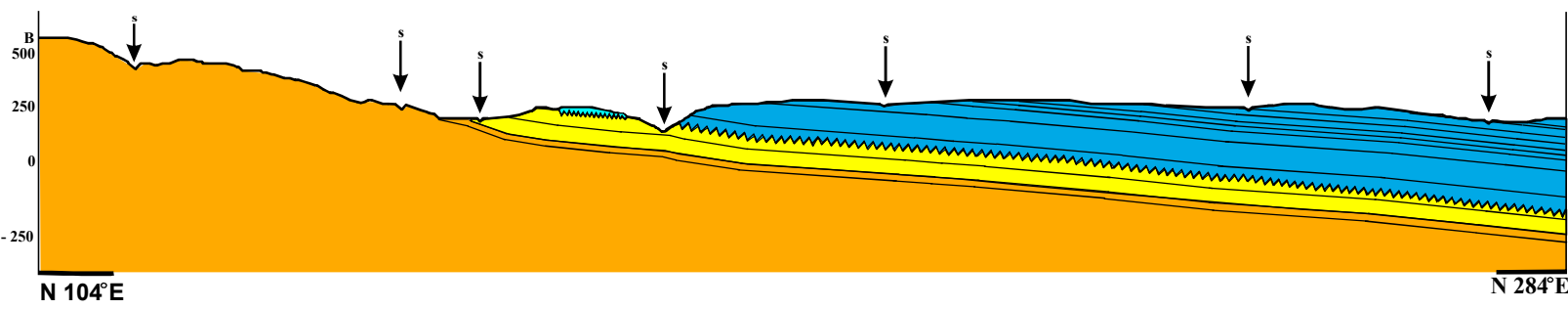
Sumber Peta Dasar Topografi : Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar Imogiri
Skala 1 : 25.000 BAKOSURTANAL 1999



PENAMPANG GEOLOGI SAYATAN A - A'
SKALA 1 : 25000
H:V = 1 : 1



PENAMPANG GEOLOGI SAYATAN B - B'
SKALA 1 : 25000
H:V = 1 : 1

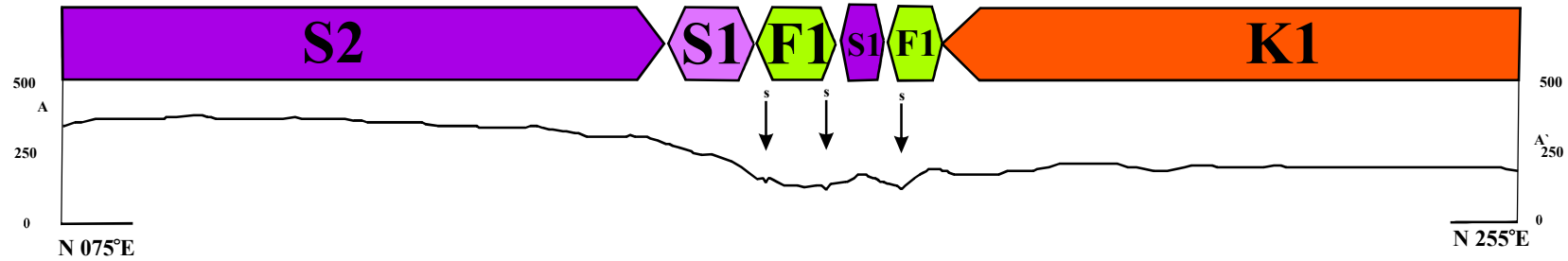




PENAMPANG GEOMORFOLOGI SAYATAN A-A'

SKALA 1:25000

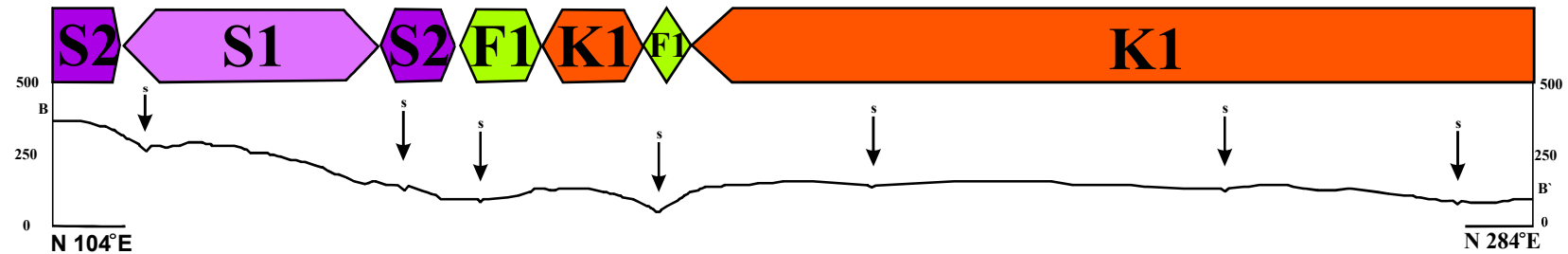
H:V = 1:1



PENAMPANG GEOMORFOLOGI SAYATAN B-B'

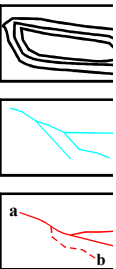
SKALA 1:25000

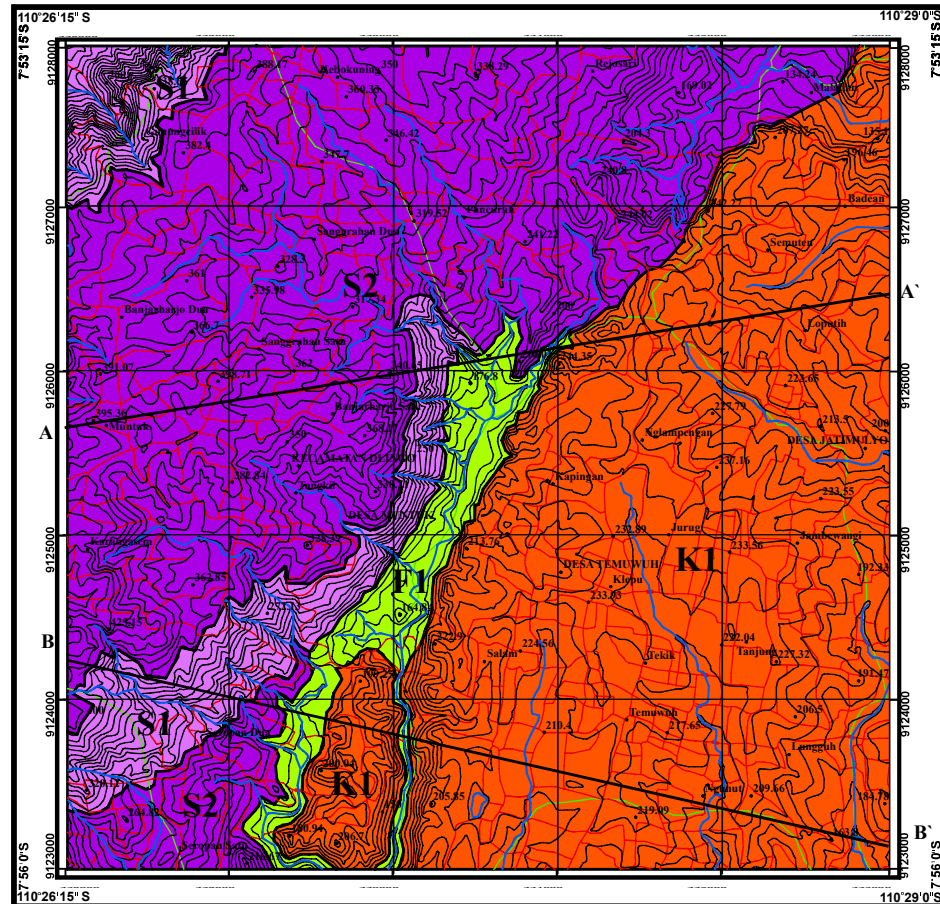
H:V = 1:1



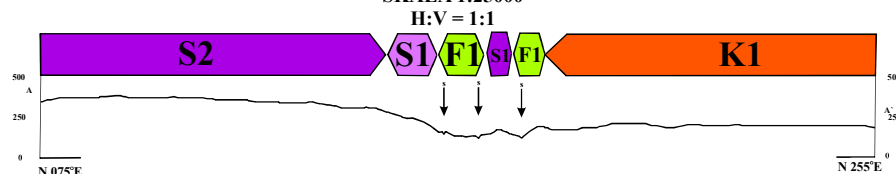
Karst	Perbu
Fluvial	Tubi

Keterar

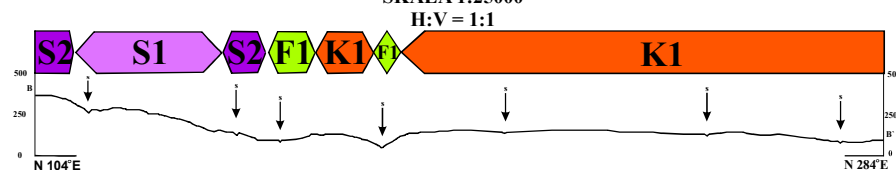




PENAMPANG GEOMORFOLOGI SAYATAN A-A'
SKALA 1:25000



PENAMPANG GEOMORFOLOGI SAYATAN B-B'
SKALA 1:25000



**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “ VETERAN “
YOGYAKARTA
2011**



**PETA GEOMORFOLOGI
DAERAH DLINGO DAN SEKITARNYA
KECAMATAN DLINGO KABUPATEN BANTUL
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**



Skala 1:25000



Oleh :
MUHAMMAD BUDIMAN
111.070.170

Satuan Geomorfik			Morfologi		Morfogenesis		Morfodinamik
Bentuk Asal	Bentuk Lahan	Simbol	Morfografi	Morfometri	Morfostruktur Aktif	Morfostruktur Pasif	
Struktural	Gawir		Lereng Terjal	Menempati 16 % luas total telitian morfologi perbukitan dan kemiringan lereng miring (21-55%) dengan beda tinggi 200-500 m disusun oleh litologi breksi dengan fragmen andesit	Pengangkatan	- Breksi Vulkanik	Pelapukan dan Erosi
	Perbukitan Homoklin		Perbukitan	Menempati 34 % luas total telitian morfologi perbukitan dan kemiringan lereng miring-agak curam (8-20%) dengan beda tinggi 25-75 m disusun oleh litologi breksi dengan fragmen andesit dan batupasir tuff	Pengangkatan	- Breksi Vulkanik - Batupasir Tuff	Pelapukan dan Erosi
Karst	Perbukitan Karst		Perbukitan	Menempati 40 % luas total telitian morfologi perbukitan dan kemiringan lereng landai-miring (8-13%) dengan beda tinggi 5-75m disusun oleh litologi batugamping klastik dan batugamping terumbu	Pengangkatan	- Batugamping Klastik - Batugamping Terumbu	Pelanturan
Fluvial	Tubuh Sungai		Sungai	Menempati 10 % luas total telitian morfologi sungai dan kemiringan lereng landai (3-7%) dengan beda tinggi 5 m disusun oleh litologi perselingan batupasir dan batulempung perselingan batupasir karbonatan dan batulempung karbonatan dan konglomerat sebagai sisipan	- Pengangkatan	- Perselingan batupasir dan batulempung - Perselingan batupasir karbonatan dan batulempung karbonatan - Konglomerat	Pelapukan dan Erosi

Klasifikasi Modifikasi (Van Zuidam 1983)

Keterangan :



Kontur



Sungai pada penampang



Titik ketinggian



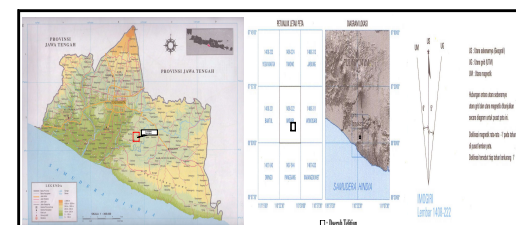
Penampang morfologi

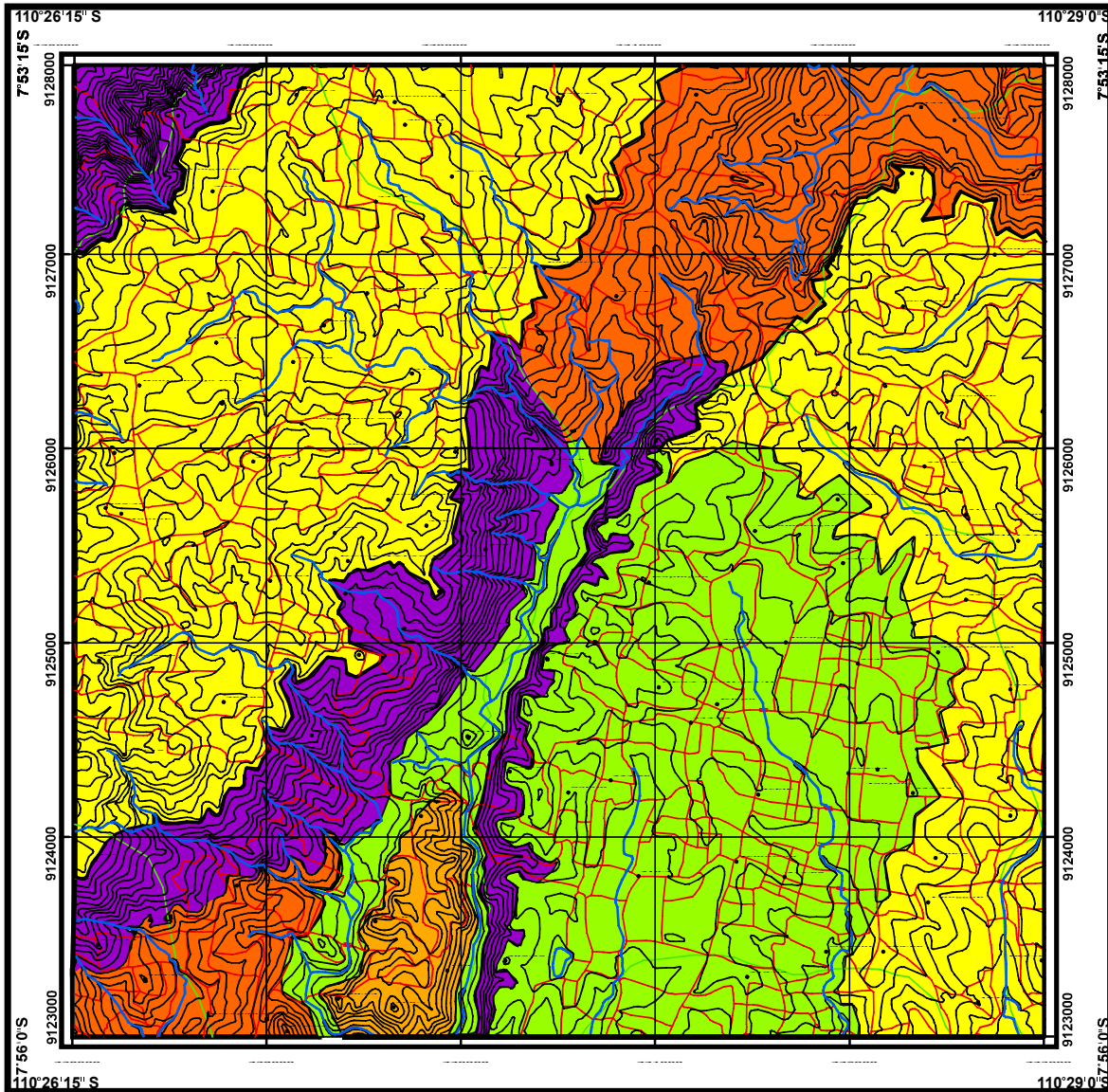


Batas administrasi



Jalan





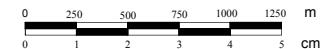
**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
YOGYAKARTA
2011**



**PETA KLERENGKAN
DAERAH DLINGO DAN SEKITARNYA
KECAMATAN DLINGO KABUPATEN BANTUL
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**



Skala 1:25000



**Oleh :
MUHAMMAD BUDIMAN
111.070.170**

Simbol	Klerengan
	Landai dengan klerenggan 3-7%
	Miring dengan klerenggan 8-13%
	Agak curam dengan klerenggan 14-20%
	Curam dengan klerenggan 21-55%

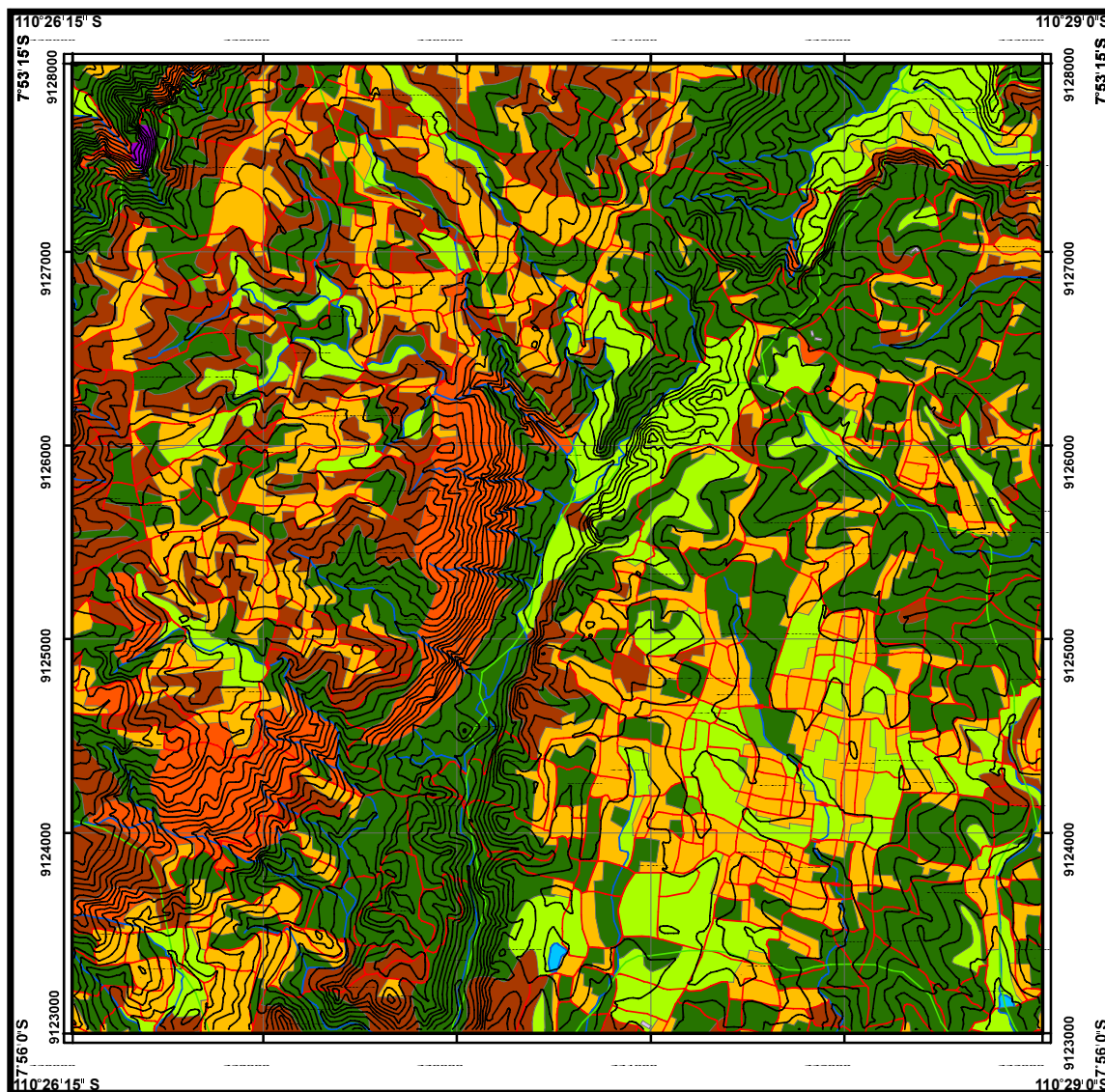
Keterangan :

Van Zuidam, 1979

	Kontur		Jalan		Batas Administrasi
	Sungai		Titik Ketinggian		



Sumber Peta Dasar Topografi : Peta Rupa Bumi Indonesia Lencur Banggai
Skala 1:50.000 BAKOSURTANAL 1999



**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
YOGYAKARTA**

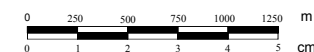
2011



**PETA PENGGUNAAN LAHAN
DAERAH DLINGO DAN SEKITARNYA
KECAMATAN DLINGO KABUPATEN BANTUL
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**



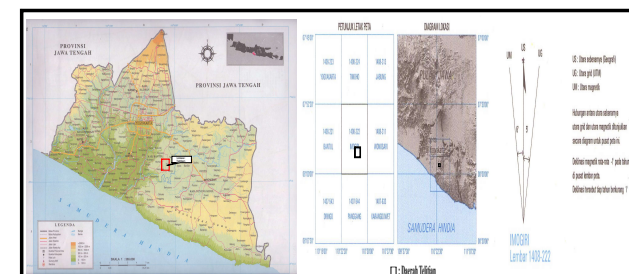
Skala 1:25000



**Oleh :
MUHAMMAD BUDIMAN
111.070.170**

Keterangan :

- | | |
|---------------------------------------|--------------------|
| Penggunaan lahan air tawar | Sungai |
| Penggunaan lahan belukar/semak | Jalan |
| Penggunaan lahan hutan | Titik Ketinggian |
| Penggunaan lahan kebun | Batas Administrasi |
| Penggunaan lahan pemukiman | |
| Penggunaan lahan sawah tadah hujan | |
| Penggunaan lahan tanah ladang/tegalan | |



Sumber Peta Dasar Topografi : Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar Angkor
Skala 1:25000 BAKOSURTANAL 1999